
ТАЙНЫ ЧЕЛОВЕКА
Я ПОЗНАЮ МИР

УДК 087.5:611
ББК 5я2
Я11

Автор *Б. Ф. Сергеев*
Художник *И. В. Белов*
Иллюстрации на обложке *Ю. А. Станишевского*
Под общей редакцией *Е. М. Ивановой*

Я познаю мир: Тайны человека: Дет. энцикл. /
Я11 Б. Ф. Сергеев; Худож. И. В. Белов. — М.:ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель»: ЗАО НПП «Ермак», 2004. — 397, [3] с.: ил.
ISBN 5-17-010354-9 (ООО «Издательство АСТ»)
ISBN 5-271-00672-7 (ООО «Издательство Астрель»)
ISBN 5-9577-0595-0 (ЗАО НПП «Ермак»)

Новый том популярной детской энциклопедии «Я познаю мир» посвящен самым обычным и одновременно самым загадочным и важным темам — анатомии, физиологии и гигиене человека.

Что такое красные и белые мышцы? Из какого ведра лучше пить воду? Отдыхает ли сердце? Какое из ушей среднее? Может ли любой из нас стать гением? Книга «Тайны человека» ответит на эти и другие вопросы, станет незаменимым помощником школьникам на уроках и дома.

УДК 087.5:611
ББК 5я2

Подписано в печать 16.12.2003. Формат $84 \times 108^{1}/_{32}$.
Усл. печ. л. 21,00. Доп. тираж 10000 экз. Заказ № 637.

Общероссийский классификатор продукции
ОК-005-93, том 2; 953000 — книги, брошюры

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.10.953.П.000009.01.03 от 10.01.2003 г.

ISBN 5-17-010354-9 (ООО «Издательство АСТ»)
ISBN 5-271-00672-7 (ООО «Издательство Астрель»)
ISBN 5-9577-0595-0 (ЗАО НПП «Ермак»)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сегодня мы поговорим с вами о живом организме, в том числе об организме человека, о его устройстве, о его органах и о том, как он борется за свое существование. Этому и посвящена настоящая книга.

Люди с каждым годом, с каждым столетием все больше узнают об окружающем нас мире, открывают действующие в нем законы и закономерности. Это позволяет создавать удивительные машины, приборы и механизмы, строить подводные корабли и космические ракеты. А к тому времени, когда вы станете взрослыми, будут созданы еще неведомые сегодня удивительные вещи, о которых мы пока даже не мечтаем.

Все, что накопила сегодня наука, одному человеку знать не дано, да и не нужно. Достаточно знать лишь главное, а также то, что может понадобиться в дальнейшей жизни. Но чтобы достойно войти в XXI век и быть хозяином своей судьбы, вам придется выбрать себе профессию и овладеть всем объемом знаний и навыков, чтобы знать ее в совершенстве.

Но кем бы вы ни стали, инженером, геологом, химиком, шахтером, летчиком или космонавтом, необходимо иметь обширные знания о себе, об устройстве собственного тела и законах его существования, да и вообще иметь представление об особенностях существования живых организмов. Сегодня стыдно быть астрономом, прекрасно знающим нашу Вселенную и не иметь четких представлений о функциях органов собственного организма. А к сожалению, именно так обстоят дела у сегодняшней молодежи. Однажды мне довелось наблюдать как группа подростков быстро устранила серьезную неисправность автомобильного двигателя, но оказалась беспомощной, когда один из ее членов получил серьезную травму.

В этой книге о живых организмах рассказано совсем немного, но ведь она предназначена для первого серьезного знакомства. А его можно и, подчеркну, нужно продолжить.

НЕМНОЖКО ИСТОРИИ



У истоков

Дом муз

Основатель физиологии Клавдий Гален

Клавдий Гален открывает мозг

Три шкуры

Мы выходим из леса

Можно ли отшлифовать зрение, лазая по деревьям?

Австралопитек

Чарльз Дарвин: обезьяний процесс

Человеческие расы

Родословная

У ИСТОКОВ

Анатомия — наука, изучающая форму и строение отдельных органов, систем органов и человеческого организма в целом. Различают анатомию человека нормальную и патологическую (то есть больных органов), анатомию животных и анатомию растений. Изучением сходства и различия строения животных занимается сравнительная анатомия животных.

Название науки — анатомия — произошло от греческого слова «анатоми», что в переводе означает «рассечение». Название науки дано не случайно: рассечение — главный метод исследования, применяемый в анатомии.

Казалось бы, интерес к самому себе, к собственному телу, к его устройству и функциям его органов должен был сделать анатомию человека первой или, во всяком случае, одной из первых наук, рожденных пытливым человеческим умом. На самом деле этого не произошло. Интерес к звездному небу, например, возник у людей значительно раньше, чем к собственной персоне, к собственному телу. Удивительно, как плохо знали свое тело люди, жившие всего 3—5 тысяч лет назад, и как мало это их интересовало. Древние египтяне, в чьей стране развитие наук опережало их развитие в других странах, анатомических знаний почти не имели. Даже бальзамирование тел умерших и, следовательно, отсутствие формального запрета на их вскрытие

почему-то не способствовало приобретению анатомических знаний.

Еще хуже обстояло дело у других народов. Для евреев при строгом запрещении прикосновения к трупам не могло быть и речи о проведении анатомических исследований. Правда, из Талмуда, священной книги евреев, известно, что раввины иногда предпринимали попытки анатомических изысканий, чаще на животных и лишь изредка на людях. При этом они использовали весьма своеобразные методы исследования, вряд ли способствовавшие обнаружению истины. В первом веке нашей эры они, вместо того чтобы взяться за нож, сварили тело молодой девушки, облагодетельствовав ее тем, что смертную казнь через сожжение заменили кипящей купелью. Они варили преступницу, пока мясо не отстало от костей, а заодно и развалились некоторые кости. В результате горе-анатомы насчитали у девушки 252 кости, примерно на 45 костей больше, чем бывает у человека.

Не располагали анатомическими сведениями и китайцы. По представлениям и верованиям, сложившимся еще в древние времена, прикосновение к трупам казалось китайцам чрезвычайно страшным, а их вскрытие вызывало отвращение.

Несколько в лучшем положении находились индусы. Их верования не налагали категорических запретов на вскрытие трупов и позволяли легко искупить подобный грех.

Для этого нужно было всего лишь принять очистительную ванну, дотронуться до коровы (как известно, они и до сих пор считаются в Индии священными) или взглянуть на солнце. Это открывало перед индусами перспективу стать лучшими в мире анатомами. Однако существовавшие правила, в соответствии с которыми вскрытию человеческих тел должно было предшествовать семисуточное вымачивание трупа в проточной воде, делали их усилия тщетными. К тому моменту, когда можно было заняться исследованием, многие ткани оказывались разрушенными. Неудивительно, что индусы насчитывали у человека свыше 300 костей.

Значительно быстрее эта наука развивалась в **Древней Греции**. Об уровне анатомических знаний позволяют судить произведения Гомера. В «Илиаде» и «Одиссее» можно найти названия почти всех частей человеческого тела, наружных и внутренних органов. Среди первых серьезных анатомов нужно назвать философа и врача Алкмеона. Он первым обнаружил нервы главных органов чувств, сумел проследить их путь к головному мозгу и первым пытался привлечь внимание ученых той эпохи к мозгу как к важнейшему органу человеческого тела.

Прекрасно понимал значение анатомии, необходимость иметь точные представления о функциях различных органов тела знаменитейший врач всех времен и народов **Гиппократ**.



Он принадлежал к семейной медицинской школе асклепидов. Если дошедшие до нас сведения достоверны, Гиппократ относился к семнадцатому поколению врачей этой школы. Основательно освоив науку о человеке и его болезнях, он считал достоверным лишь то, что основывалось на наблюдениях, на твердо установленных фактах и опыте. Вот почему Гиппократ уважительно относился к анатомии, но сам анатомическими исследованиями практически не занимался. Сведения о строении органов человеческого тела мало помогали ему лечить больных. Ему важнее было иметь представление об их функциях.

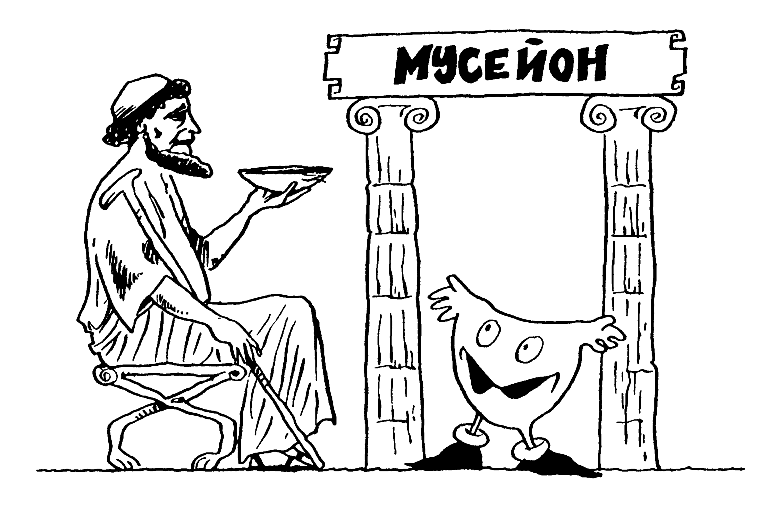
Определенное влияние на развитие знаний о человеческом теле оказал **Аристотель** — пожалуй, самый выдающийся ученый древности. Его не интересовали чьи-то мнения, он требовал точно установленных фактов и бескомпромиссно боролся с умозрительными представлениями в науке, хотя и сам иногда грешил этим. Так, Аристотель объявил сердце центром ощущений лишь на том основании, что оно занимает центральное положение в теле человека и животных, и к тому же является источником всей жизнедеятельности организма.

ДОМ МУЗ

Летом 323 года до нашей эры Александр Македонский, величайший полководец древности, прибыл в Вавилон, столицу своего колоссального царства, чтобы отсюда отправиться в очередной поход. Царь мечтал покорить Карфаген и еще остававшиеся свободными страны юго-западной Европы. Армада кораблей уже готова была выйти в море, когда царь внезапно занемог.

После смерти тело Александра в золотом саркофаге было перенесено в Александрию и помещено в специальную гробницу. Город, названный его именем, был заложен самим царем как новая столица эллинского Египта. Здесь обосновался один из сподвижников Александра, талантливый полководец и умный правитель Птолемей I Сотер, давший начало целой плеяде Птолемеев. Его величайшей заслугой перед человечеством является создание **Мусейона**, что в переводе на русский язык означает «дом муз».

Мусейон больше всего напоминал современный научно-исследовательский институт, где ученые жили и работали на всем готовом, освобожденные от повседневных забот. Царь постарался привлечь в Александрию всех выдающихся поэтов и ученых того времени, работавших в самых различных направлениях науки. Здесь собрался цвет науки всего древнего мира. Александрийский Мусейон был и



исследовательским центром, и величайшим музеем древности (от слова «мусейон» и возникло слово «музей») с парком, ботаническим садом, зверинцем и своей обсерваторией.

Быстрому развитию научных исследований способствовало щедрое финансирование — в Египте на них средств не жалели. Занимаясь исследованиями, ученые имели возможность ежедневно встречаться за совместными трапезами и на прогулках в прекрасных садах Дома муз. У них были исключительно благоприятные возможности обмениваться опытом, советоваться, находить истину в спорах и комплексно решать научные проблемы. К тому же, Мусейон располагал прекрасной библиотекой, крупнейшим книгохранилищем древнего мира.

При Мусейоне была создана анатомическая школа. В те далекие времена это было единственным местом, где можно было решиться

на вскрытие тел умерших. Неудивительно, что именно в Мусейоне зародилась анатомия, а ее творцом явился александрийский ученый и личный врач Птолемея II Филадельфа **Герофил** — автор «Анатомии», книги о строении человеческого тела.

Герофилу принадлежит много анатомических открытий. Он первый заметил различия в строении артерий и вен, первый детально описал устройство глаза, изучил строение внутренних органов, а главное, выяснил особенности их взаимодействия друг с другом. Он открыл мозг как «местообитание» нашей психики и воли и его связь с периферическими нервами. Трудно сказать, как удалось ему догадаться, что именно мозг заведует умственной деятельностью, ведь в ту пору даже не было известно, что мышцы животных и человека имеют прямое отношение к осуществлению движений.

ОСНОВАТЕЛЬ ФИЗИОЛОГИИ КЛАВДИЙ ГАЛЕН

С Александрией связано имя еще одного классика античной медицины, лейб-медика римских императоров **Марка Аврелия** и его сына Коммода, крупного анатома и основателя экспериментальной физиологии **Галена.** Родился он в Пергаме в семье талантливого архитектора и всесторонне образованного

человека. Начальное образование дал ему отец, заложив прочный фундамент математических знаний, а с 14 лет Галену пришлось посещать занятия философов различных философских направлений. Поскольку познание высоких философских материй было трудновато для детского ума, он ходил на занятия с отцом, помогавшим ему понять затронутые на лекциях проблемы.

В Риме Гален имел огромную врачебную практику, но это не помешало ему заниматься научными исследованиями и читать лекции по анатомии и физиологии, сопровождая их демонстрациями на трупах животных. Ему случалось вскрывать и трупы людей, но, видимо, это происходило крайне редко. Чаще ему приходилось знакомиться с ужасными ранами гладиаторов, полученными во время поединков и делавшими доступными для обозрения внутренние органы, или рассматривать остатки от тел преступников, отданных на съедение хищным зверям. Нужно признать, что и таким необычным способом он получил немало ценных сведений о строении и функциях человеческого тела.

В отличие от Аристотеля, Гален чаще всего осуществлял **вивисекции**, т. е. вскрывал живых животных. По существу, он был не анатомом, а физиологом. В своих трудах Гален подробно рассматривал функции различных частей тела и старался объяснить, каким образом эти функции выполняются.

Для исследований Гален использовал самых различных животных. Особенно часто под нож попадали свиньи и собаки. Очевидно, они были самыми доступными лабораторными животными. Ему приходилось анатомировать львов, убитых во время римских игрищ. В числе изучавшихся Галеном животных значатся медведь, слон и другие животные, но сам он любил ставить опыты на обезьянах. Его пристрастие к ним не случайно. Гален считал, что «из всех, ныне живущих созданий, обезьяны наиболее похожи на человека по внутренностям, мышцам, артериям, венам и нервам, так же, как по формам костей».



Поскольку в эпоху Галена возможности изучения самого человека были до крайности ограниченными, отчасти в силу особого склада ума, он широко использовал сравнительный метод исследования и описания анатомо-физиологических закономерностей. Так, рассказывая о человеческой руке, он подробно сравнивает ее с рукой обезьяны, знакомит читателя с органами пищеварения, подробно обсуждает сходство и различия между желудком обезьяны, медведя, лошади и барана, обращая внимание на связь между строением

пищеварительного тракта и употребляемой животной пищей.

Экспериментируя на животных, Гален легко доказал, что в артериях находится кровь, а не воздух, как считали его предшественники. Наконец, Гален разработал правила приготовления лекарств из растительного и животного сырья. Такие лекарства фармацевты до сих пор называют галеновыми препаратами.

КЛАВДИЙ ГАЛЕН ОТКРЫВАЕТ МОЗГ

Самым важным и интересным Клавдий Гален считал изучение строения и функций **нервно-мозгового аппарата.** Еще Гиппократ и более поздние античные ученые высказывали о мозге некоторые разумные предположения, но это были всего лишь догадки, возникавшие при изучении трупов, к тому же обильно сдобренные уймой чисто фантастических домыслов, а Гален провел систематическое исследование на живых обезьянах. Он перерезал им нервные отводы и наблюдал, как при этом прекращались сокращения мышц диафрагмы и межреберной мускулатуры, мышц лица, рта, груди, передних и задних конечностей. Особенно убедительными ему казались опыты с перерезкой нервов языка, гортани и нервов, заведующих дыханием. При перерезке одного язычного нерва часть

мышц языка переставала функционировать, а при перерезке обоих нервов, язык полностью терял подвижность.

Еще нагляднее были результаты экспериментов с гортанью. В античной период медики даже не мечтали об обезболивании. Естественно, что во время экспериментов обезьяны от боли дико орали. При проведении публичных опытов, чтобы «не возмущать чувств зрителей» от сходства обезьяны с человеком, эксперименты проводились на молодых свинках. После перерезки одного из гортанных нервов или одной половины спинного мозга, голос животного слабел, а перерезка обоих нервов или полная перерезка спинного мозга мгновенно делала животное немым.

Не менее эффектно выглядел паралич грудной клетки после перерезки нервов, заведующих дыхательной мускулатурой. 18 веков назад такие эксперименты воспринимались как чудо и могли производить впечатление колдовства, если бы Гален подробно не объяснил их природу, опираясь на весь багаж знаний тогдашней науки.

Еще удивительнее и совсем уж непривычно воспринимался эффект перерезки зрительных, слуховых или обонятельных нервов, после которой животное переставало видеть, слышать или теряло способность ощущать запахи. В результате этих экспериментов Гален пришел к выводу, что существует три типа нервов: двигательные, идущие к мышцам и

заставляющие их производить движения, чувствительные, предназначенные для восприятия ощущений, и нервы, охраняющие органы тела от болезней. Он высказал мысль, что «без нерва нет ни одной части тела, ни одного движения, называемого произвольным, и ни единого чувства».

Головной мозг современному физиологу кажется такой нежной субстанцией, что проведение на нем любых экспериментов требует особой осторожности, и для их организации нужно располагать целым арсеналом совершенно необходимой аппаратуры. Гален не имел ни средств обезболивания или обездвиживания животных, ни специальной аппаратуры, позволяющей прочно фиксировать голову животного, лишая его возможности совершать самые незначительные движения, наконец, не имел даже стального инструментария, сверл, пил, щипцов для вскрытия черепа, ножей для мышц и совсем уже тонких и острых режущих инструментов для самого мозга. Он пытался изучить функцию больших полушарий, срезая послойно его отдельные участки. Оказалось, что при удалении одних из них возникала потеря чувствительности. Разрушение других участков проявлялось в нарушении двигательных реакций.

Первая разведка мозга подарила важную информацию. Она позволила обнаружить или, во всяком случае, предположить, что отдельные функции организма находятся под конт-



ролем определенных отделов мозга. Это помогло прочно утвердиться в мысли, что мозг не из железа и не служит холодильником для сердца, освобождая его от избыточной теплоты, как считал Аристотель, а является источником движения, чувствительности, духовных способностей и интеллектуальной деятельности человека. Проведенные эксперименты убедили Галена в том, что ни сердце, и тем более ни диафрагма — грудо-брюшная преграда, — а именно мозг предназначен для осуществления произвольных движений, ощущения и мышления.

ТРИ ШКУРЫ

Самым выдающимся анатомом эпохи Возрождения был **Андрей Везалий.** Он начал свое образование в Париже, а закончил в Падуе. В университетах Европы анатомию изучали по рисункам, в крайнем случае, на трупах животных, а вскрытия человеческих тел, если и делались, то чрезвычайно редко и не

самими анатомами, а служителями или цирюльниками. Однако в Падуе, где Везалий остался работать, анатомические исследования оказались возможны. За 6 лет он опубликовал «Семь книг о строении человеческого тела», в которых привел 200 примеров ошибок Галена, считавшегося классиком анатомии. Это очень не нравилось католической церкви, и она решила разделаться с Везалием, осудив его за то, что он якобы вскрыл тело живого человека.

Живосечения имеют длинную историю. Особенно широкие масштабы они приобрели в Сирии в царствование царя Селевка Никатора, одного из выдающихся полководцев из когорты Александра Македонского. Селевк радел о развитии наук, и основанная Никатором новая столица Антиохии была крупным культурным центром. **Вивисекциями** занимался придворный врач царя **Эразистрат**, мучительнейшие эксперименты производились обычно в присутствии самого Селевка и всего многочисленного двора. По-видимому, не любовь к знаниям, а страсть к острым ощущениям собирала столь большую аудиторию.

Две тысячи лет назад человеческая жизнь стоила недорого. **Царица Клеопатра**, заинтересовавшись развитием человеческого зародыша, повторила эксперимент Гиппократа, вскрывавшего куриные яйца на разных стадиях развития. Но избрала она для этого своих рабынь, которых убивали через опреде-

ленные промежутки времени после зачатия теми ребенка.

Христианская церковь даже спустя полторы тысячи лет оправдывала живосечения человека. Армянский богослов XIII века Ованес Ерзкаци поддержал этот варварский прием исследования в одной из своих проповедей. Он сказал: «Опытный и мудрый врач, получив какого-либо преступника, приговоренного к смерти, причиняя ему множество мучений и страданий, убивает его злой смертью, пока не изучит состояние его органов, нервов, сосудов и внутренностей. Таким образом, ценою страданий, причиняемых одному, он приносит пользу многим людям».

МЫ ВЫХОДИМ ИЗ ЛЕСА

Появление на нашей планете самого высокоразвитого существа — человека — связано непосредственно с лесом. Тропические дебри оказали решительное влияние на формирование наших далеких предков. Лесные чащобы создали для своих «квартирантов» многоэтажную среду обитания, где основные блага — удобные, а часто и надежные убежища, а главное, пищевые запасы — размещены отнюдь не на «первом» этаже. Отсюда естественное стремление обитателей лесов обосновываться в древесных кронах. Как и в наших городах, первые этажи в лесных чащобах не пользуются

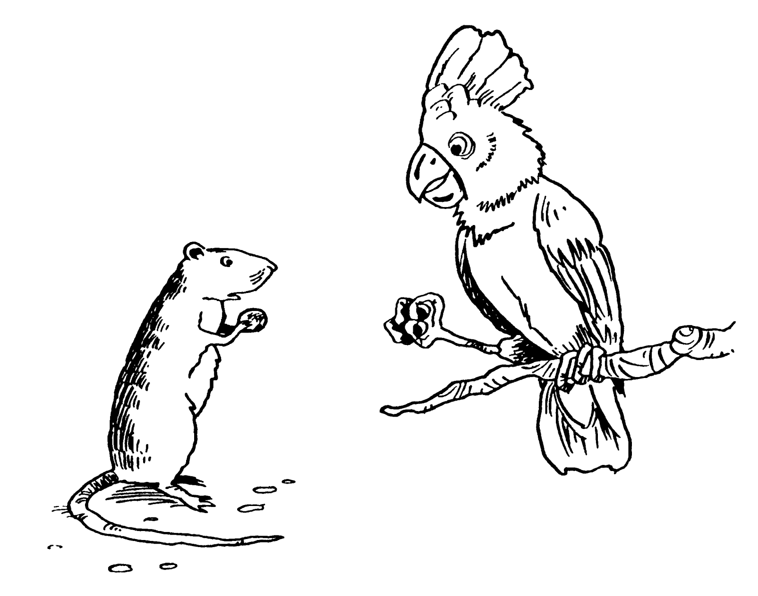
особой популярностью. И чем лес гуще и выше, тем больше видов животных сумели обжить «второй этаж, чердак и крышу».

Жизнь в кронах потребовала специальных приспособлений. В первую очередь подверглись реконструкции конечности. Лучшим приспособлением для странствования по веткам деревьев оказалась рука.

Обезьянам лес подарил пятипалые руки, и не две, как нам, а четыре. Их главная ценность — не в наличии пяти пальцев (их могло быть и меньше), а в том, что один из них противопоставлен другим. Это позволяет обхватывать ветви и значительно расширяет свободу передвижения в кронах деревьев, делая к тому же путешествия верхолазов менее опасными. Конечно, для этого потребовалось серьезное развитие мышц, приводящих в движение пальцы.

Когти оказались не нужны. Цепляясь за кору, они не позволяли быстро отпускать схваченную ветвь и только мешали верхолазам. Поэтому вместо когтей появились ногти.

Чтобы лазать по деревьям, конечности должны быть совершенными. Развитие конечностей давали верхолазам лишний шанс для выживания. В отличие от грызунов, которые во время еды держат крупные куски пищи обеими передними лапками, большинство лазающих животных способны брать предмет одной конечностью, манипулировать им, подносить его ко рту или клюву. Для этого



годятся и руки обезьян, и лапы крупных попугаев, пользующихся ими виртуозно. Птица уверенно берет в лапу плод или орех и подносит его к клюву. «Рука» попугая настолько совершенна, что он способен удержать в «кулаке» 3—5 кедровых орешков сразу.

Кроме конфигурации кисти, позволяющей осуществлять захват веток и стволов деревьев, важным приобретением руки стали подушечки на внутренних поверхностях пальцев, в том числе на первых самых наружных фалангах. Приглядитесь к пальцам своей руки. Мышцы на пальцевых фалангах практически отсутствуют, и мягкие утолщения образованы не ими. Подушечки предназначены для того, чтобы обеспечить плотное прилегание внутренней поверхности пальцев к обхватываемой

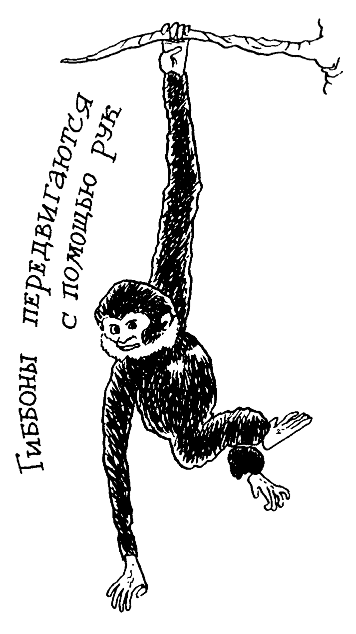
ветви, обеспечивая надежное сцепление руки и схваченного объекта. Этим их функции не исчерпываются. Они имеют еще одно немаловажное предназначение — служат «полигоном», на котором очень удобно разместилось огромное количество кожных рецепторов, — специальных образований, способных воспринимать внешние воздействия, обеспечив высокую точность тактильной чувствительности внутренней поверхности кисти. Это позволяет руке человека и обезьяны манипулировать предметами, действуя на ощупь.

Наличие **руки**, т. е. уникального органа, способного выполнять сложные манипуляции, естественно, требовало освободить его от такой малоквалифицированной работы, как ходьба. Но были и другие причины. Когда климат на нашей планете изменился и на месте густых тропических лесов стали возникать степи, нашим предкам поневоле пришлось приспосабливаться к жизни на открытой равнине. Это, в свою очередь, дало сильный толчок к прямохождению. Дело в том, что равнины заселили копытные и их исконные враги — крупные хищники. Поэтому первобытным обезьянам было важно не быть застигнутыми врасплох, а для этого приходилось все время сохранять вертикальную позу, обеспечивая себе широкий обзор. Освобождение рук от участия в передвижении создало самые благоприятные предпосылки для использования их в самой разнообразной деятельности.

МОЖНО ЛИ ОТШЛИФОВАТЬ ЗРЕНИЕ, ЛАЗАЯ ПО ДЕРЕВЬЯМ?

Оказывается, можно! Вероятно, покажется странным, что лес, кроме реконструкции конечностей, дал толчок и к совершенствованию зрения. Под пологом густой листвы всегда царит полумрак, поэтому глаза обитающих здесь животных должны обладать высокой **светочувствительностью.** Второе требование, которое предъявил к глазам лес, — их быстрая **адаптация** к свету и темноте. Даже в густой листве влажного тропического леса всегда имеются небольшие прорехи, через которые может пробиться яркий луч света, озарив крохотный кусочек почвы у подножия деревьев-великанов, а рядом все тонет во мраке. Лесные обитатели, попадая на ярко освещенные участки леса, на поляны и поляночки, а потом возвращаясь под сень густой листвы, должны обладать возможностью быстро приспосабливаться к резким изменениям освещенности. В противном случае, при переходе от света к тени или от тени к свету они сразу теряли бы возможность ориентироваться с помощью зрения, что должно резко ограничить свободу их передвижений и могло бы быть чревато опасными инцидентами.

Представьте себе гиббонов. Эти крупные человекообразные обезьяны при передвижениях в лесной чащобе пользуются, главным образом, руками. Когда гиббоны торопятся,



они, раскачавшись, летят по лесу, точно пушечное ядро, перехватывая ветви то правой, то левой рукой. Ноги при этом у них поджаты, чтобы не мешали. Скорость передвижения огромна. Представляете, что произойдет с обезьяной, когда она из сумрака леса вылетит на ярко освещенную солнцем прогалину. Если ее глаза мгновенно не перестроятся, не переключатся на режим работы в условиях высокой освещенности, авария неизбежна, а обезьяны частенько передвигаются на высоте 30 метров и выше, то есть на высоте десятиэтажного дома!

Однако самое важное усовершенствование глаз состоит в том, что **зрение** лесных обитателей стало **бинокулярным**, т. е. каждый предмет они рассматривают непременно двумя глазами. Это позволяет чрезвычайно точно определять расстояние до интересующего объекта. Поверьте, для древесных животных эта способность является весьма актуальной. Без нее невозможно совершать прицельные прыжки с ветки на ветку, трудно схватить рукой понравившийся плод, тем более юркую

ящерицу или жука. Получилось так, что развитие рук, более широкое их использование для самой разнообразной деятельности, явилось серьезным стимулом для совершенствования бинокулярного зрения, а бинокулярное зрение, позволяя контролировать точность манипуляций, осуществляемых верхними конечностями, в свою очередь создало условия для их интенсивного развития. В конечном итоге бинокулярное зрение позволило осуществлять точное управление руками.

АВСТРАЛОПИТЕК

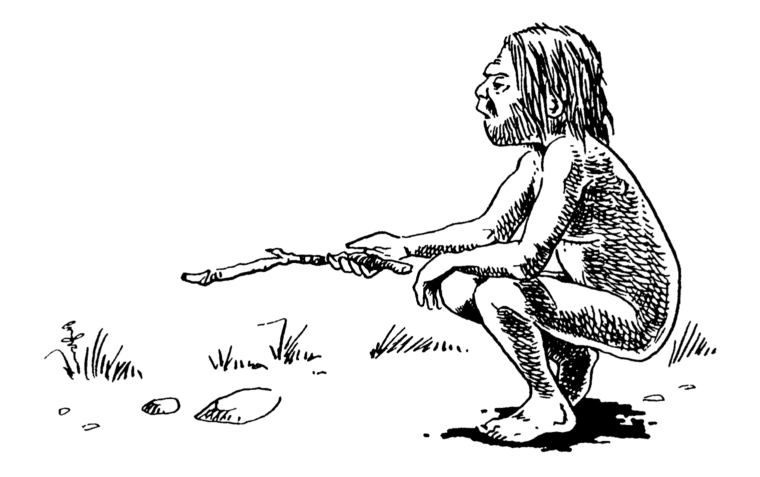
В 1859 году выдающийся английский ученый **Чарльз Дарвин** опубликовал главный труд своей жизни, книгу «Происхождение видов путем естественного отбора...» В ней он показал, что растения и животные постепенно изменяются, а ныне существующие произошли естественным путем от других видов. 12 лет спустя, после серьезных колебаний, Дарвин решился заявить, что человек имеет общее с животными происхождение, а нашими предками были вымершие человекообразные обезьяны. Решиться на такой шаг ему было нелегко, так как это противоречило основополагающим канонам христианской религии.

Антропологи давно начали поиски костных останков ископаемых обезьяно-людей, того промежуточного звена, от которого произошли

люди. Но лишь наш век принес первые результаты. На острове Ява были найдены крупные коренные зубы, похожие на зубы современных обезьян, а потом и части черепа, более крупного, чем черепа известных нам обезьян. Ученые решили, что это и есть обезьяно-человек, и назвали его **питекантропом**, составив название из двух греческих слов: питекос (обезьяна) и антропос (человек).

Костные ткани зуба — самые прочные и стойкие ткани человеческого тела. Они лучше сохраняются и чаще других костей попадают в руки археологов. В Китае, например, нашли останки так называемого китайского человека: 5 черепов, 29 мелких обломков разных костей и 152 зуба! Особенно много находок было в Африке. Африканского человекообразного предка назвали австралопитеком, то есть южной обезьяной.

Ученые долго не могли решить, были ли **австралопитеки** высокоразвитыми обезьянами или примитивными первобытными людьми. Размер их мозга был слишком мал, чтобы считать их людьми, а то, что они передвигались на двух ногах, также не давало права считать их людьми. Может показаться удивительным, но ученые решили, что наиболее точный ответ на этот вопрос могут дать зубы. Было выделено 11 признаков, по которым можно было определить, кому принадлежат найденные зубы: людям или обезьянам. Таким образом, все найденные в Африке чело-



векообразные существа посчитали останками обезьян, хотя у них были признаки и обезьян, и людей, но обезьяньи все-таки были выражены сильнее. Всех относят к роду австралопитеков. Вот, оказывается, какой важной частью тела являются зубы.

ЧАРЛЬЗ ДАРВИН: ОБЕЗЬЯНИЙ ПРОЦЕСС

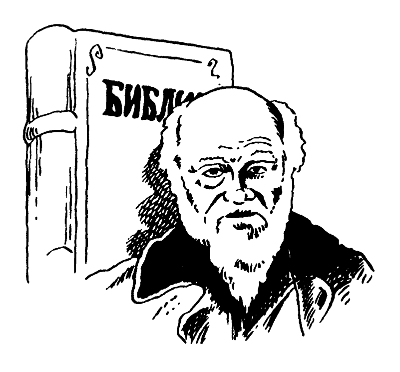
В любой теории имеются
изъяны,
Как и в семье случается урод.
А ежели не мы от обезьяны?
А ежели совсем наоборот!

В. Орлов

Теория Чарльза Дарвина о происхождении животных и человека путем длительной эволюции, которая опровергала представления христианской религии о создании Земли

и Вселенной, была опубликована ее создателем в 1859 году и практически повсюду была встречена в штыки. На теорию эволюции и на самого Дарвина обрушился поток критики и клеветы. У него появилась масса врагов, и от него отвернулись многие друзья.

Критики Дарвина, как правило, не имели достаточного объема биологических знаний и, естественно, не располагали для опровержения его теории научными аргументами: таких просто не было. Поэтому они обычно извращали слова и мысли создателя эволюционной теории, а в качестве доказательства своей правоты использовали остроумные каламбуры или ссылались на Библию и требовали безоговорочно верить ей. Вот несколько примеров того, как это происходило.



Однажды на одном из заседаний, посвященных теории эволюции, поднялся епископ оксфордский Уилберфорс и, расплывшись в улыбке, обратился к залу со следующими словами: «Я хотел бы спросить профессора Гексли, который сидит против меня, что он думает о происхождении человека от обезьяны? Считает ли он, что и сам произошел от обезьяны, и если считает, то интересно узнать, с какой стороны, со сто-

роны дедушки или со стороны бабушки?» Зал встретил это откровенное издевательство бурей аплодисментов.

Еще один типичный пример. Однажды **Дарвина** навестил адмирал Роберт Фиц-Рой, в прошлом капитан «Бигля». Как известно, на этом корабле Дарвин совершил кругосветное плавание. Экспедиция продолжалась пять с половиной лет. Собранный во время экспедиции материал зародил у Дарвина мысль об эволюции живых организмов и позволил набрать необходимые для ее обоснования доказательства. Видимо, Фиц-Рой считал, что несет некоторую ответственность за интерпретацию Дарвином материалов экспедиции.

Беседа старых друзей неизбежно коснулась воспоминаний о проделанном путешествии. Неожиданно адмирал задал Дарвину вопрос, ради которого он, собственно, и приехал:

— Вы что же, — спросил он, — отрицаете достоверность Библии? — На что Дарвин ответил, что это не он, а сама природа ее отвергает. Адмирал взорвался:

— Значит, Библия лжет? И вам не стыдно?

— Друг мой, — попробовал его успокоить Дарвин, — я, как и многие другие, высоко ценю прекрасную поэзию Нового Завета, но... Договорить ему не пришлось. Адмирал, хлопнув дверью, в гневе покинул его дом.

Так критиковали Дарвина сразу после опубликования им своих научных трудов. За последующие 50 лет страсти поутихли. Передовая

часть ученых приняла теорию эволюции, и она получила широкое распространение.

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ РАСЫ

Государь всея Руси, двенадцатилетний царь Петр II, по восшествии на престол тут же, еще задолго до официальной коронации, предписал своим подданным, чтобы в обращенных к нему письмах и просьбах перед подписью подателя ставилось «нижайший раб». Ни больше и ни меньше!

Рабство существовало в первобытном обществе еще с незапамятных времен. Новая волна развития рабовладения и работорговли началась после открытия Америки и создания там новых колоний.

С тех пор от западных берегов Африки, от Гвинеи и Анголы, от Невольничьего берега и Берега Слоновой Кости потянулись парусники, груженные живым товаром. В пути в наглухо забитых трюмах нередко гибло до половины рабов, но невольники на черном рынке были так дешевы, что торговля все равно оставалась прибыльной.

До начала борьбы с работорговлей прошли многие годы, а пока сделки на невольничьих рынках Анголы и Конго продолжали беспрепятственно заключаться. Лишь только в 1926 году 37-ю государствами была подписана конвенция Лиги Наций о полном запре-

1*

щении работорговли и совместных действиях по борьбе с ней.

Работорговлю стимулировала ненасытная алчность, безудержная жажда наживы. Моральным оправданием ее существования служили представления о неполноценности краснокожих, негров, аборигенов Австралии, о невозможности считать их настоящими людьми. Такое отношение к коренному населению других континентов вполне устраивало граждан европейских колониальных империй. Ведь благами рабства пользовались не только сами рабовладельцы и работорговцы, но в какой-то мере и все население колониальных стран, т.к. за счет бесплатного труда создавалось изобилие относительно недорогих товаров.

Действительно ли между представителями различных рас имеются значительные различия? Нет, такие различия не существуют. Современное человечество имеет единое происхождение, иными словами, принадлежит к одному виду Homo sapiens (человек разумный), что, кстати, подтверждается общностью основных черт строения тела. Однако, если сравнивать внешние признаки людей, живущих в различных географических зонах, не трудно заметить некоторые различия в цвете кожи, форме головы, характере волос... Это дало основание для попыток поделить человечество на отдельные группы и разработать их классификацию. Для обозначения таких групп в зоологии был заимствован специальный

термин: **раса**. В настоящее время принято деление на 3, 4 или 5 основных рас: **негроидную**, **австралоидную**, **монголоидную**, **европейскую** и **американскую**.



Оказалось, что, несмотря на внешние различия, с генетической точки зрения человечество однородно. Доказать это помогли современные биохимические и иммунологические методы исследования, позволившие установить близость групп крови, аналогичные свойства тканей тела, сходство основных структурных белков, т. е. тех, которые идут на построение клеток. В наши дни эти представления получили подтверждение в исследованиях генетиков.

РОДОСЛОВНАЯ

Бандиты ограбили банк и вывезли оттуда 10 тонн золотых слитков. Никаких следов они не оставили, но существует еще один путь найти грабителей — дождаться, когда они

начнут продавать награбленное. Несмотря на то, что бандиты переплавляют слитки и ставят на них новые клейма, узнать ворованное золото совсем нетрудно. Надо всего лишь точно установить его химический состав. Любой металл и другие полезные ископаемые всегда содержат небольшое количество разных примесей. В каждой партии золота свои примеси, которые содержатся в строго определенных количествах. Так что определить происхождение благородного металла всегда возможно.

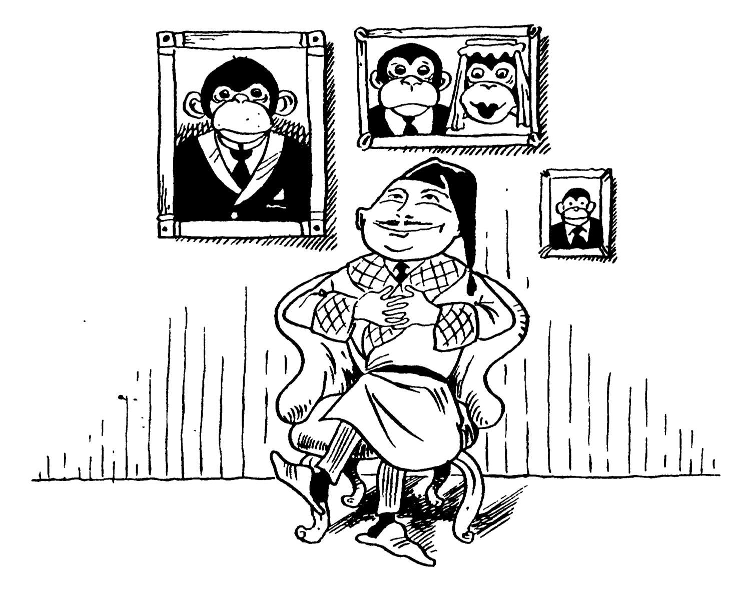
Подобным образом можно выяснить происхождение любого существа, узнать, к какому виду оно принадлежит, кто является его ближайшими родственниками и кто его предки, только сделать это значительно сложнее. Способы такого анализа разработали генетики.

Генетика — наука о наследственности и изменчивости, о передаче наследственных признаков от родителей их потомкам с помощью **генов**, единиц наследственности. Гены являются непременными элементами любых организмов. Они определяют все наследуемые свойства живых существ.

Каждый ген определяет какой-нибудь один признак организма. Любая клетка организма любого существа содержит полный набор генов, определяющих форму его тела, особенности органов чувств, работу пищеварительных и других желёз организма, цвет волос, группу крови, структуру молекул гемоглобина — вещества, переносящего кислород, и

так далее. Любой ген может иметь несколько вариантов. У гена, определяющего группу крови, три варианта. У гена, определяющего цвет волос, вариантов больше. От того, какие варианты генов ребенок получит от отца и матери, зависит, станет ли он брюнетом, шатеном или блондином. Разработанные генетиками методы сравнения генов позволяют разобраться в родственных связях организма.

Что же показал генный анализ человека? Оказалось, что из всех живущих сейчас на Земле животных самыми близкими родственниками человека являются **шимпанзе.** Из каждых 100 генов, 38 у нас общие. Выходит, что шимпанзе являются нам более близкими родственниками, чем львы — тиграм, лисы — собакам, белые медведи — бурым! Как велики



должны быть различия между организмами, чтобы их уже нельзя было считать представителями одного вида? Ученые полагают, что если у сравниваемых существ окажутся идентичными лишь 78—83% генов, следует считать, что возникновение разных подвидов состоялось.

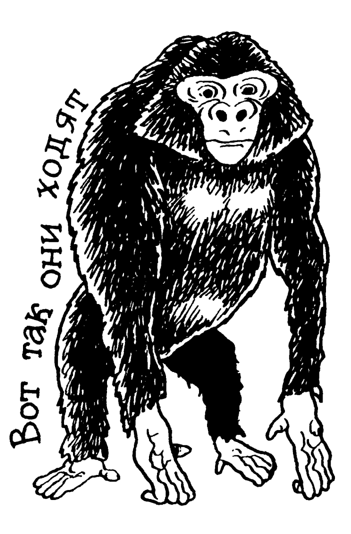
Вернемся к современному человеку. Генетическое родство различных человеческих рас чрезвычайно велико. 97% генов у нас идентичны! Таким образом, несмотря на внешние различия, разделение человечества на отдельные расы не означает, что люди делятся на несколько видов или хотя бы подвидов живых организмов.

Генетический анализ позволил выяснить, как шло развитие предков человека и их ближайших родственников — человекообразных обезьян. Проделанные исследования позволяют утверждать, что сначала от общего корня первобытных обезьян отделилась ветвь, давшая начало крупным, уже давно вымершим обезьянам-рамапитекам, от которых потом произошли орангутаны. Рамапитеки, видимо, возникли 13 миллионов лет назад. Следующая ветвь, отделившаяся от общего ствола, была человеческой. Это произошло около 7 миллионов лет назад. И уже совсем недавно, всего 3–4 миллиона лет назад, ствол дал две последние ветви: сформировались шимпанзе и гориллы.

Скорее всего, общий предок человека и этих обезьян уже ходил на двух ногах. Если

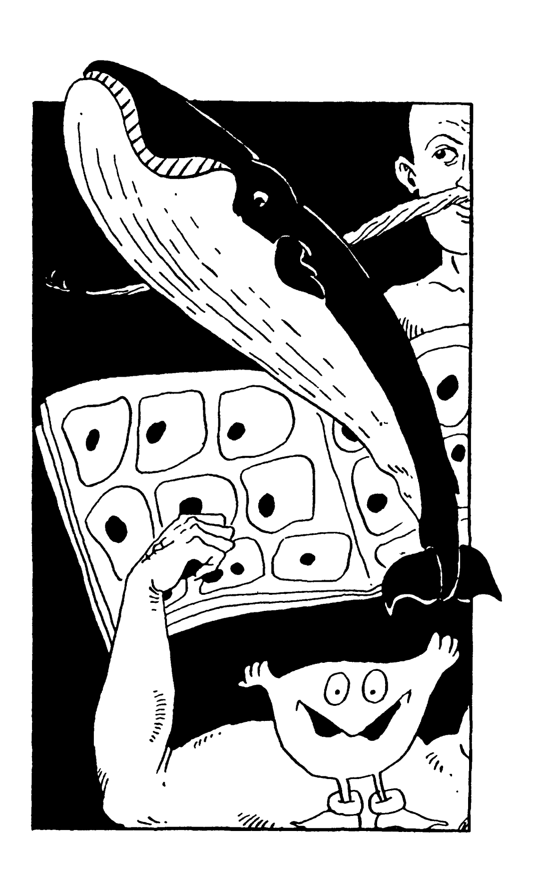
это действительно так, то шимпанзе и гориллы, ставшие самостоятельными видами, не только замедлили темпы своего дальнейшего развития, но даже претерпели определенный регресс, вернувшись к жизни на четвереньках.

О том, что возврат к передвижению на четырех ногах у шимпанзе и горилл действительно был, свидетельствует особая манера использования рук в процессе передвижения.



При ходьбе эти обезьяны опираются о землю не подошвами передних лап, точнее, не ладонями, как поступают все без исключения животные нашей планеты, в том числе и другие обезьяны, а опираются на тыльную сторону согнутых пальцев. Благодаря этому длина передних конечностей увеличивается, что позволяет им переднюю часть тела и голову приподнять над землей. Возможно, такой способ передвижения удобен для лесных обезьян, но он не годится ни для дальних переходов, ни для путешествий за пределы леса, где почва большую часть года сухая и твердая, ведь на тыльной стороне пальцев у них нет таких толстых подушечек, как на стопах, и такой твердой кожи.

«СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ» И ОБОЛОЧКА



«Песок»
«Кирпичики»
«Строительные конструкции»
«Блины»
«Смазочные вещества»
Водонепроницаемая «накидка»
Недремлющая «стража»
Химическая война
Загадочные узоры
Лохмы

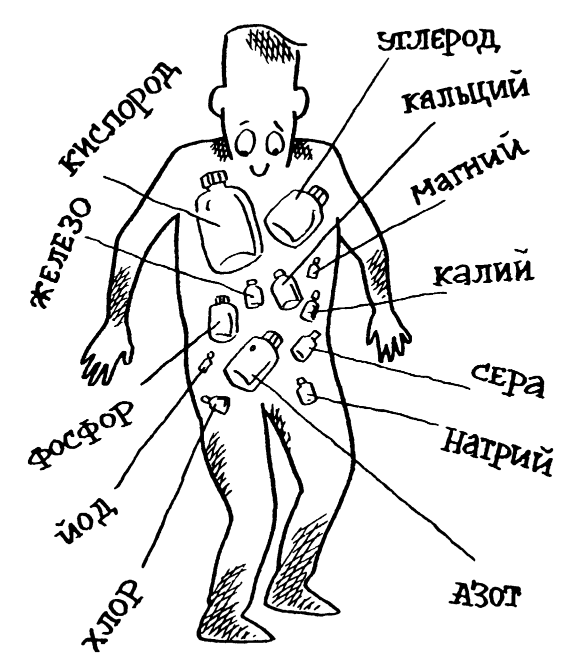
«ПЕСОК»

Знакомство с человеческим организмом проще всего начать с рассказа о том, из чего он сделан: из каких материалов, из каких строительных конструкций.

Все, что мы видим вокруг себя на Земле, сама Земля и в том числе мы — люди, состоит из атомов разных химических элементов и построенных из них молекул. В настоящее время ученые открыли больше 100 видов атомов, представителей такого же числа химических элементов. **Атомы** — это самые маленькие частички химического элемента. Они так малы, что их нельзя увидеть даже с помощью микроскопа.

Как куча песка состоит из бесчисленных песчинок, так и любой химический элемент состоит из огромного количества атомов: химический элемент железо — из атомов железа, химический элемент кислород — из атомов кислорода, химический элемент сера — из атомов серы.

Какие элементы входят в состав нашего тела? Французский химик **Габриель Бертран** подсчитал, что в теле взрослого человека, весящего около 100 килограммов, содержится: кислорода — 63 кг, углерода — 19 кг, азота — 5 кг, кальция — 1 кг, фосфора — 700 граммов, серы — 640 г, натрия — 260 г, калия — 220 г, хлора — 180 г, магния — 40 г, железа — 3 г, йода — 0,03 г.



Фтора, брома, марганца, меди еще меньше. Видимо, и все другие элементы, даже такие редкие, как золото, есть в нашем организме, но в совершенно ничтожных количествах.

«КИРПИЧИКИ»

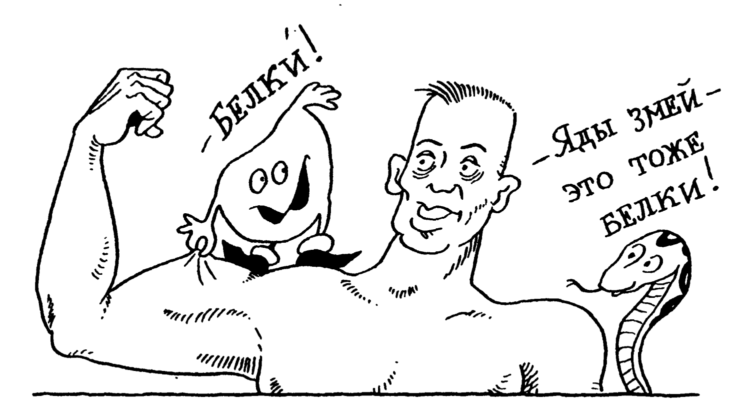
Атомы сами по себе в строении тела животных и человека участия не принимают. Чтобы стать строительным материалом, они должны объединиться друг с другом и образовать молекулы. Так сказать, превратиться в «кирпичики», из которых и строится любой организм.

Молекулой называют наименьшую порцию вещества, на которые его можно разделить. Простая смесь атомов, входящих в состав молекулы данного вещества, молекулой не является. Атомы соединяются в молекулы не как попало и не потому, что оказались рядом, а по особым законам, с которыми вы познакомитесь в школе, когда начнете изучать химию. Размер молекул различен. Так, например, молекула газа азота состоит из двух атомов азота, молекула поваренной соли, той, которой мы солим суп и кашу, — из атома натрия и атомов хлора, вода — из двух атомов водорода и одного атома кислорода, вещество, которое в виде сахарного песка мы кладем в чай, химики называют сахарозой. Ее молекула состоит из 11 атомов кислорода, 12 атомов углерода и 22 атомов водорода... Как видите, молекулы могут состоять всего из двух атомов, но иметь в своем составе сотни тысяч атомов, и ученые пока не знают, есть ли предел для размера молекул. Однако количество комбинаций, которые можно создать из разного количества 90 видов атомов, огромно, но для построения организма используется лишь небольшая их часть. Из всех возможных типов молекул в построении человеческого тела наиболее заметную роль играют молекулы белков, углеводов и жиров.

Белки — основная и необходимейшая часть любого организма. Их молекулы состоят из большого числа молекул 20 видов

аминокислот образующих длинную цепную молекулу. Видов белков существует невиданное множество. Если взять всего по одной молекуле каждой из 20 аминокислот, то, переставляя эти молекулы в разном порядке, из них можно скомбинировать 2 432 902 009 616 640 000 различных белковых молекул.

В жизнедеятельности организма белки играют важнейшую роль. Они используются в построении тела, благодаря им выполняют

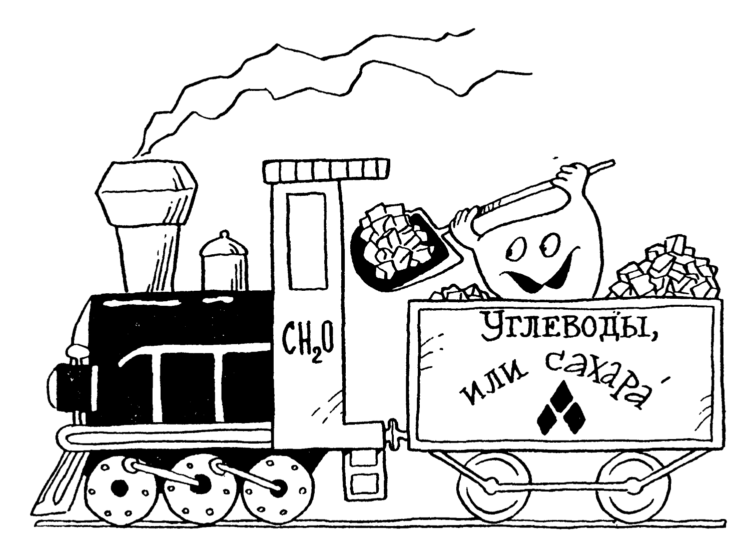


свою работу мышцы. Особые белки помогают дыханию, разнося по организму кислород, другие помогают регулировать различные процессы, проистекающие в организме, работу сердца, почек, различных желёз, третьи борются с микробами, проникшими в организм, и выполняют множество других функций. Яды змей и других животных — это, как правило, тоже белки.

Углеводы, или сахара, как называют их химики, в своем большинстве состоят из

стандартных блоков, построенных из одного атома углерода, одного атома кислорода и двух атомов водорода. Они входят в состав всех живых организмов. Растения, используя энергию солнечных лучей, синтезируют углеводы непосредственно из углекислого газа и воды. В организме животных и человека молекулы углеводов могут синтезироваться только из готовых стандартных блоков, поступивших в их организм с пищей.

Для высокоразвитых организмов углеводы служат главным источником энергии, которая высвобождается, когда они окисляются, как бы сгорают. Используются углеводы и как строительный материал, особенно это заметно у растений: древесина веток и стволов деревьев, кора и листья состоят в основном из углевода целлюлозы, или клетчатки.



Жиры также, как углеводы, состоят из углерода, кислорода и водорода. Они интересны тем, что не растворяются в воде и поэтому в соединении с белками служат материалом для создания наружных стен организма и его внутренних перегородок.

Жиры, как и углеводы, используются в организме вместо дров и, сгорая, отдают в два раза больше энергии, чем углеводы или белки. Поэтому жир в организме запасается впрок. Жир используется и как запас воды, так как после его сгорания вместо углей и пепла остается значительное количество воды. С этой целью в безводных пустынях жиры запасают верблюды. Благодаря запасам жира наши медведи зимой в берлоге не только не голодают, но и не испытывают жажды, хотя многие месяцы не пьют и не едят. Подкожный жир защищает животных от охлаждения. У китов



его толщина достигает 70 сантиметров. Кроме того, жир откладывается вокруг важных внутренних органов, сердца, почек, кишечника, предохраняя их от механических повреждений.

«СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

Голландец Антони ван Левенгук, всю жизнь занимавшийся шлифованием оптических линз и усовершенствованием микроскопа, еще в XVII веке первым увидел и зарисовал отдельные растительные и животные клетки. Позже английский физик Роберт Гук убедился в том, что растения состоят из клеток, но только в 1839 году немецкий ученый Т. Шванн понял, что не только растения, а вообще все живые организмы построены из клеток. Таким образом, **клетка** — это основная единица любого живого организма. Известно, что организмы бывают одноклеточными — это различные крохотные бактерии, инфузории, амебы — или многоклеточными. К ним относятся все крупные существа. В организме человека около 100 триллионов клеток.

Несмотря на разную форму, на различие выполняемых ими функций, все они имеют единый план строения. Клетки отделены и от окружающей среды, и друг от друга с помощью оболочки. Ее называют клеточной



мембраной. Она простроена из жиро-белковых молекул.

Оболочка клетки серьезно ограничивает проникновение в нее из окружающей среды различных веществ и выход их из клетки наружу. Жидкое содержимое клетки называют плазмой, или, чтобы не путать с другими плазмами (жидкостями) организма, — **цитоплазмой**. «Цито» в переводе с греческого означает «сосуд». Благодаря плохой проницаемости клеточной оболочки состав цитоплазмы остается постоянным.

Внутри клетки находятся ее крохотные органы. Их называют органоидами. Важнейшее из них — **ядро**. Оно руководит многими химическими процессами, осуществляющимися в клетке, в том числе созданием белковых молекул. Кроме того, в ядрах находятся хромосомы — особые гигантские молекулы специальных белков. Это удивительные молекулы. В них с помощью особого «алфавита»,

состоящего из фрагментов белковых молекул, соединенных в специальной последовательности, как соединяются буквы в слова, описан план строения всего организма, программа его роста, правила работы всех органов и клеток тела.

В соответствии с этими «записями» люди бывают блондинами или брюнетами, с голубыми или зелеными глазами, высокими или низкими, с двумя руками и двумя ногами, имеют в общей сложности 20 пальцев, особое устройство мозга, и так далее.

Интересно, что в каждом клеточном ядре, иными словами, в каждой клеточке нашего тела есть полная информация обо всем нашем организме.

Кроме ядра в цитоплазме находится еще более десятка органоидов, каждый из которых занят собственным, только ему присущим делом. Среди них нет главных и второстепенных, так как прекращение деятельности любого из них может привести клетку к гибели.

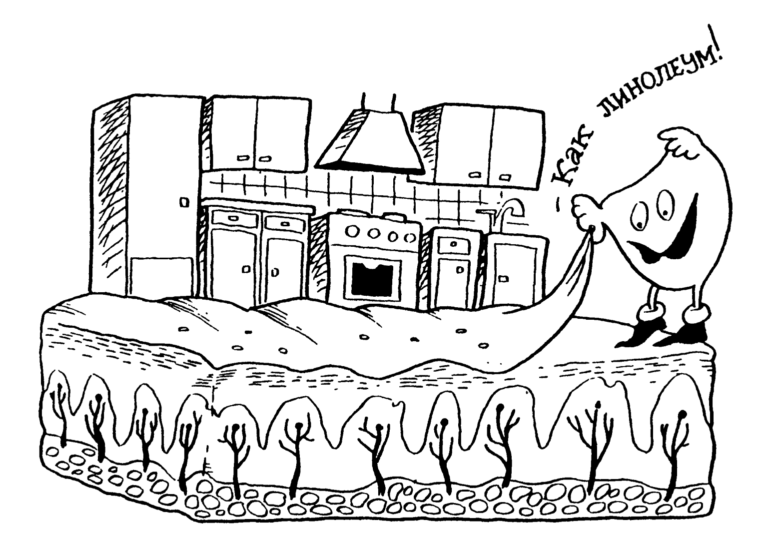
В организме человека используются около 200 типов клеток. Одни из них необходимы для создания оболочек, из других состоят опорные структуры нашего тела — кости, третьи приводят в движение наши конечности, четвертые используются как кладовки для пищевых запасов, а клетки мозга руководят всеми видами деятельности нашего организма.

«БЛИНЫ»

100 триллионов клеток, из которых состоит человеческое тело, нуждаются в хорошей упаковке. Для этого предназначена наша **кожа**. Она представляет многослойную ткань, напоминающую некоторые современные сорта линолеума. Ее верхний слой состоит у человека из плоских, как блины, клеток, набросанных, как попало, друг на друга. В нижней части этого слоя всю нашу жизнь создаются новые плоские клетки-«блины». Зато клетки, лежащие на поверхности кожи, постепенно отмирают, превращаются в роговые чешуйки и отшелушиваются. Верхний слой кожи полностью обновляется достаточно быстро: на подошве — за 1 месяц, а на локте — всего за 10 дней. Чешуйки похожи на перхоть, возникающую иногда на голове, только их размер неизмеримо мельче, и мы на замечаем этого процесса. Благодаря тому, что клетки верхнего слоя кожи плоские, ее поверхность, как и поверхность линолеума, бывает достаточно гладкой.

Следующий внутренний слой кожи выглядит рыхлым и напоминает нижнюю сторону линолеума. Здесь находятся бесформенные клетки, многочисленные волокна и бесструктурное вещество.

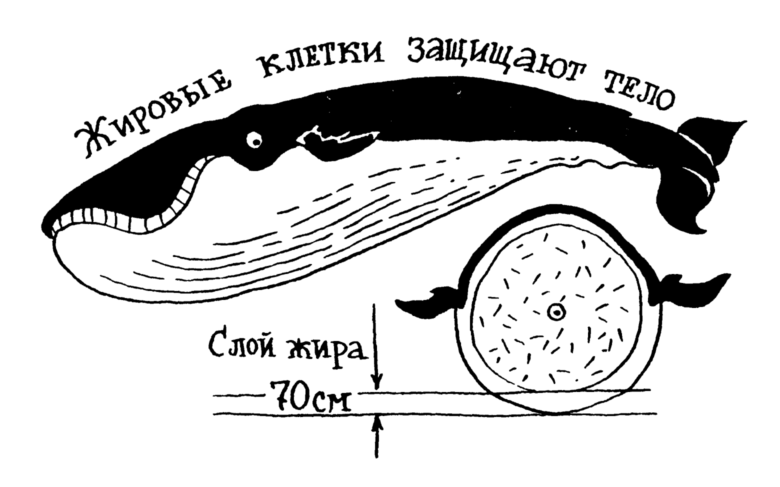
Последний, третий, слой — **подкожная клетчатка**. Ее называют еще подкожно-жировой клетчаткой, так как именно здесь обычно



присутствуют жировые клетки. В этом же слое проходят и ветвятся кожные кровеносные сосуды и нервы, а также находятся кожные железки.

Главная функция кожи — **защитная.** Она предохраняет организм от механических воздействий и травм, а также от проникновения в наше тело всевозможных посторонних веществ, в том числе газов и жидкостей, и принимает участие в защите тела от охлаждения. Защитную функцию выполняют и жировые клетки. Хранящийся в них жир — это пищевой резерв организма. Если человеку приходится голодать, жир используется на пользу организма.

Жировые клетки имеют и другое предназначение. Жир — теплоемкое вещество и поэтому защищает наше тело от охлаждения.



Он используется в коже как вата или утеплительная ткань — ватин, делающие нашу одежду теплой. Китов, обитающих в воде, температура которой подчас на 40°С холоднее их тел, спасает подкожный слой жира, как футляром одевающий их тело. Кроме защиты от холода, жировые клетки предохраняют тело и от механических воздействий, смягчая силу ударов.

Важным элементом кожи человека являются **пигментные клетки**, содержащие красящее вещество темно-коричневого или черного цветов. Пигментные клетки многих животных пользуются красителями и других цветов, но кожа человека имеет только один пигмент. От него зависит цвет кожи: желтоватый, бронзовый или черный, а при его отсутствии — белый. Пигментные клетки ответственны за появление загара. Число пигментных клеток в теле человека постоянно и

одинаково и для европейцев, и для негров (чернокожих), а разница в цвете кожи зависит лишь от того, насколько интенсивно специальные органеллы пигментных клеток вырабатывают красящее вещество. Пигментные клетки выполняют защитную функцию, предохраняя наше тело от проникновения в него ультрафиолетовых солнечных лучей, губительных для всего живого, так как вырабатываемый ими пигмент непроницаем для этих лучей.

Общая площадь кожи взрослого человека достигает 1,7—1,8 квадратных метра, а весит она около двух килограммов, что составляет 2,5—3,0% от веса человеческого тела.

«СМАЗОЧНЫЕ ВЕЩЕСТВА»

Не упомянуть о кожных железах, значит, не сказать о коже и половину того, что следовало бы знать каждому человеку. **Железы** своими выделениями обеспечивают смазку кожи, делая ее эластичной, участвуют в регуляции температуры нашего тела, помогают удалять из нашего организма кое-какие ненужные нам, а порой и вредные вещества, и придают нашим телам предназначенный нам природный запах.

В коже находятся два вида простых желёзок: **потовые** и **сальные**. В свою очередь, потовые железы делятся на малые и большие.

Малые железы разбросаны повсюду, а большие сосредоточены главным образом в подмышках. Среди немногих мест, где потовые железы отсутствуют, — красная кайма наших губ. Больше всего потовых желёзок на лбу, подошвах и особенно на ладонях. Всего же их на нашем теле 2—5 миллионов. У детей они расположены более густо, так как детские тела гораздо меньше тел взрослых людей. С возрастом количество потовых желёзок не увеличивается — они просто «расползаются» по телу взрослого человека, и их скопления становятся менее густыми.

Потовые железы выделяют бесцветную жидкость, на 98—99% состоящую из воды. Остальное — это в первую очередь обычная поваренная соль и соли других веществ, а также кислоты, аммиак, жировые вещества, ацетон и ароматические вещества. Пот лошадей, к примеру, содержит белок. Это придает ему вид белой пены. Вот почему про вспотев-



шую лошадь говорят, что она в мыле. У некоторых животных пот цветной. У бегемотов и больших кенгуру он красный. Некоторые потовые железы человека выделяют пот иного состава. Железки, находящиеся около ресниц, выделяют более густой пот, а находящиеся в ушных проходах — ушную серу.

Каждое живое существо обладает определенным запахом. Человеку и животным, имеющим потовые железы, запах придают их выделения, создающие как общевидовой запах, позволяющий отличить тигра от кабана, лошадь от кролика или гиппопотама, и запах индивидуальный, с помощью которого звери узнают членов своей семьи и своей стаи, а также своих соседей. Индивидуальный запах неповторим.

Как правило, никто из животных, общаясь с себе подобными, не старается избавиться от свойственного ему видового и индивидуального запахов. Такая потребность возникла только у людей. Это мы, люди, в первую очередь женщины, выходя из дома, направляясь на работу или в театр, используем духи и одеколоны, чтобы придать себе совершенно несвойственный людям запах. Среди животных прибегают к помощи пахучих веществ главным образом хищники, отправляющиеся на охоту. Если какое-нибудь природное пахучее вещество заглушит собственный запах охотника, ему будет легче подкрасться к своей жертве. К этому прибегают даже

обычные собаки. Вероятно, каждому случалось наблюдать, как домашний холеный пес, найдя в парке дохлую ворону, голову копченой скумбрии или ее протухшую шкурку, к



ужасу своих хозяев начинает на этой гадости кататься, чтобы пропитать очаровательным зловонием свою шкурку. Отучить от этого собаку практически невозможно: это не дурная привычка, а врожденный инстинкт.

ВОДОНЕПРОНИЦАЕМАЯ «НАКИДКА»

Волосяной покров возник у млекопитающих для защиты их кожи, в том числе и от охлаждения. Густой мех — действительно отличная защита от холода, правда, если он совершенно сухой, но, к сожалению, роговое вещество волос легко смачиваемо.

Это значит, что при попадании на волос воды он покрывается тончайшей водяной пленочкой. В местах соприкосновения двух соседних волосков эта пленочка может быть значительно толще. В результате намокший мех способен удержать изрядное количество воды.

Пленочка воды на поверхности волоса может образоваться не только при непосредственном соприкосновении с водой. Водяные пары воздуха тоже способны оседать на волосах пленочкой влаги. Для животных это может быть опасно: даже слабая, незаметная на ощупь влажность волос серьезно снижает защитные функции меха. Вот почему зимой наши лисицы не пользуются своими норами. За счет того, что выдыхаемый воздух содержит много водяных паров, в норах всегда влажновато, и шубка любого зверя быстро набирает влагу, а потом на морозе плохо защищает от холода.

Чтобы предохранить волосы от намокания, природа снабдила животных сальными железками. Выделяемые ими жировые вещества, тончайшим слоем покрывая волосы, делают их ненамокаемыми, и поэтому их одежда становится водонепроницаемой. У густошерстных собак даже после прогулки под проливным дождем шерсть в глубине остается сухой. Не промокает до кожи и шерсть выдр, бобров, ондатр, много времени проводящих в воде.



Сальные железы достались людям в наследство от животных. Они покрывают все наше тело, даже те места, где нет потовых желёз, например на красной кайме губ. Нет сальных желез лишь на ладонях и подошвах, а больше всего их там, где у нас растут длинные волосы: на голове, щеках и на подбородке. Здесь их бывает от 400 до 900 на одном квадратном сантиметре кожи.

Все вместе сальные железы человека выделяют за сутки до 20 граммов кожного сала. Оно полезно и нашим волосам, и коже. Кожное сало смягчает верхний слой кожи, состоящий из ороговевших клеток, и делает кожу эластичной. Не будь на губах жировой смазки, они постоянно трескались бы, и эта наиболее нежная часть человеческой кожи испытывала бы серьезные неприятности. Выделения сальных желез предотвращают чрезмерное

обезвоживание нашего организма, сокращая количество воды, испаряющейся из кожи и, что еще важнее, содержат антимикробные и антигрибковые вещества, не позволяя вредным микроскопическим паразитам бурно размножаться на поверхности кожи.

Еще одна важная функция сальных желёз — они способствуют выделению из организма некоторых веществ, например холестерина. Это очень важное для организма вещество. Оно входит в состав всех без исключения клеток человеческого организма, но повышение его концентрации в крови может привести к тяжелому заболеванию кровеносных сосудов — атеросклерозу. Выделения сальных желёз усиливается у людей, которым приходится подолгу заниматься физическим трудом на открытом воздухе, а также при работе в горячих цехах и на других вредных участках производства. Это способствует выведению из организма излишков холестерина, что, в свою очередь, снижает до нормы его концентрацию в крови. Вот, видимо, почему представители этих профессий болеют атеросклерозом реже других людей.

НЕДРЕМЛЮЩАЯ «СТРАЖА»

Рыцари средневековья, когда шли на бой, надевали на себя кольчуги и латы. Они защищали тело надежнее, чем голая человеческая

кожа. Такая защита полезна, но и она не дает полной гарантии от ран, а облачаться в более толстую и тяжелую броню не имеет смысла: в ней невозможно двигаться.

Для более надежной защиты хорошо иметь стражников, которые хотя и не смогут сами никого защитить, но зато, предупредив об опасности, дадут возможность к ней подготовиться, а то и избежать ее. Вот почему кожа человека снабжена многочисленными **нервами**. Их тонюсенькие кончики являются чувствительными воспринимающими приборчиками, способными реагировать на простое прикосновение к коже, на легкое давление на нее, на понижение или повышение ее температуры и на воздействия, способные повредить саму кожу, а может быть, и находящиеся под ней органы. В этом случае мы ощущаем боль.

Чувствительные нервные окончания распределены в коже неравномерно. Кое-где их бывает не больше 200, а кое-где, например на подушечках пальцев рук и на ладонях, на 1 квадратном сантиметре кожи их может быть до 5 тысяч. Это помогает нам осуществлять руками различные манипуляции. Насколько это необходимо, легко убедиться самому. Опустите кисть правой руки в очень холодную воду и через две-три минуты, когда чувствительность пальцев резко понизится, попробуйте застегнуть пуговицу. Это окажется трудной задачей.



Нервные окончания, реагирующие на прикосновение, очень важны при любой работе. Не менее важны болевые ощущения. Они часто помогают нам избежать серьезных травм. Боль, возникающая при любом повреждении тела, дает нам некоторую дополнительную информацию об ее источнике. Прикосновение к раскаленному предмету, способному вызвать ожог, воспринимается нами как общая жгучая боль, не несущая точной информации о том, какой участок кожи поврежден. При уколах и порезах, наоборот, возникает острая колющая боль и отчетливо ощущается, на каком участке кожи находится рана.

ХИМИЧЕСКАЯ ВОЙНА

Здоровая, неповрежденная кожа для любых микробов является непреодолимым препятствием, не позволяющим им проникнуть в организм. Мало того, наша кожа ведет с оседающими на ее поверхности микроорганизмами непримиримую войну. Для человека и животных это чрезвычайно важно, так как

наша кожа обычно щедро покрыта микробами. Их в разное время и на разных частях тела скапливается от 115 тысяч до 32 миллионов на 1 квадратном сантиметре. Выделения **сальных** и **потовых желёз** и других жидкостей создают на поверхности кожи тонкую невидимую мантию, имеющую кисловатый вкус. Кислая среда неблагоприятна для размножения большинства болезнетворных микроорганизмов, и они, попав на кожу, перестают плодиться. Кроме того, кожа человека вырабатывает специальный антибиотик — **лизоцим**, убивающий многих микробов. Кишечная палочка, например, оказавшись на коже человека, погибает всего через 15—30 минут. Однако нужно помнить, что такое сильное действие на микроорганизмы способна оказывать лишь вполне здоровая и чистая кожа. При заболеваниях кожа перестает выделять лизоцим, а грязь, которая может скопиться



на коже, смешиваясь с лизоцимом, снижает его концентрацию и силу воздействия антибиотика на микроорганизмы.

Конечно, над человеком не производят опасных экспериментов. На кожу человека никто специально не наносил опасных для нас микробов, чтобы определить, с какими она способна самостоятельно справиться. Обычно в подобных случаях используют кишечную палочку. Она практически не опасна для человека, но обладает такой же чувствительностью к антибиотикам и такой же жизнеспособностью, как и родственные ей другие энтеробактерии, частенько поселяющиеся в нашем кишечнике и нередко вызывающие при этом болезнь.

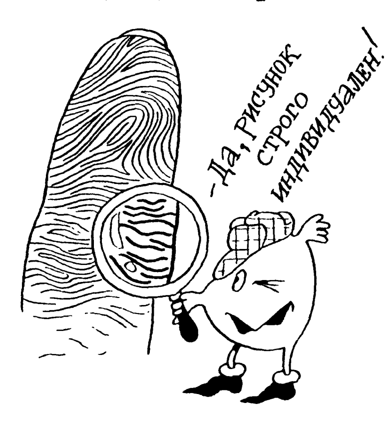
Далеко не все микробы одинаково чувствительны к кожным антибиотикам. Впервые столкнувшись с бактериями — возбудителями сибирской язвы, — кожа сама справиться с ними не в состоянии. Однако она примет участие в выработке организмом иммунитета против этих бактерий и при повторных встречах борется с ними значительно успешнее.

ЗАГАДОЧНЫЕ УЗОРЫ

Если внимательно рассмотреть подушечки пальцев рук и ладони, можно увидеть на них замысловатые узоры — это рельефный рисунок, и создают его утолщения верхнего

слоя кожи, вьющиеся кругами, спиралями или образующие различные завихрения.

Этот рисунок для каждого человека строго индивидуален и постоянен. Он возникает на пальцах человеческих эмбрионов еще за три месяца до их рождения и сохраняется всю жизнь. Так как рисунок на пальцах рельефный, а наша кожа всегда покрыта тончайшим слоем выделений **кожных желёз**, их прикосновение оставляет на гладких предметах отпечаток. Поэтому у всех людей, совершивших какое-нибудь преступление, обязательно снимают отпечатки пальцев и хранят их в специальных картотеках, а на месте совершения тяжких преступлений криминалисты прежде всего ищут следы рук преступников и сличают их с имеющимися в картотеке.

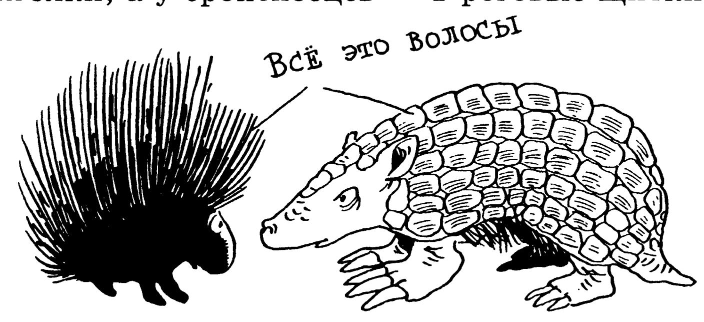


В настоящее время преступники стараются не оставлять своих отпечатков. Некоторые из них, чтобы замести следы своего участия в преступной деятельности, прибегают к пересадкам кожи на кончиках пальцев. К счастью, этот прием дает лишь кратковременный эффект: постепенно первоначальный рисунок восстанавливается, и преступник может быть опознан.

ЛОХМЫ

Волосы — это ороговевшие нитевидные придатки кожи. У человека они покрывают всю поверхность тела, за исключением ладоней и подошв, верхней поверхности кончиков пальцев и их боковых поверхностей, красной каймы губ и некоторых других участков кожи.

Исторически волосяной покров возник у животных для защиты кожи от механических повреждений и охлаждения. Когда надобность в защитных функциях волос исчезает, как это произошло у людей, они на многих частях тела превращаются в крохотные пушковые волоски или даже исчезают совсем, как это произошло у животных с очень толстой кожей, например у слонов и носорогов, или имеющих, как киты, очень толстый слой подкожного жира — надежную защиту от холода. У других существ волосы преобразовались в более пригодные для защиты кожные придатки. У свиней они превратились в щетину, у ежей, дикобразов и ехидны — в иголки, а у броненосцев — в роговые щитки.



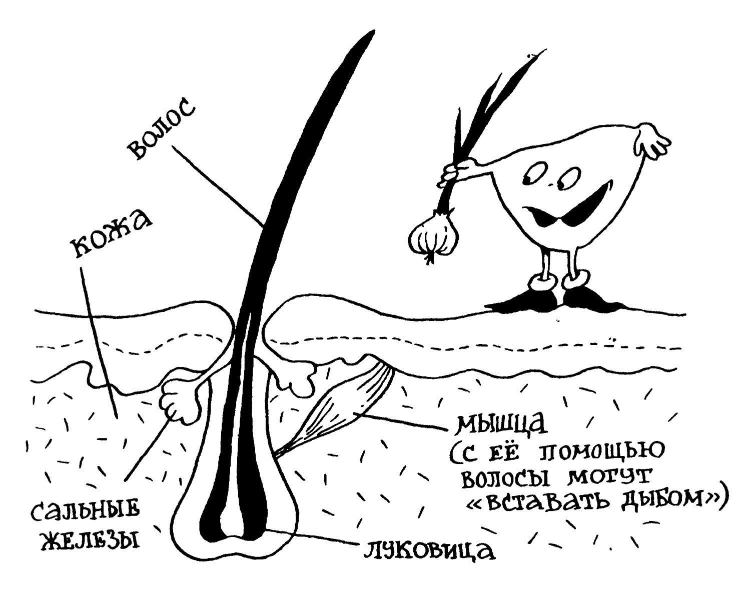


По внешнему виду волосы человека делятся на три категории. **Длинные волосы** — это волосы головы, бороды, усов, подмышечных впадин и нижней части живота. **Щетинистые волосы** — это волосы бровей и ресниц и те, что растут у нас в носу или в наружных слуховых проходах ушей. **Пушковые волосы**, особенно у маленьких детей и у женщин, бывают такими тонкими и короткими, что мы их обычно не замечаем. Они покрывают остальную часть кожи человека.

Цвет волос зависит от **пигмента** — красящего вещества. Чаще они бывают черными. Черный цвет волос, как говорят генетики, доминантный признак. Поэтому в семье, если один из родителей брюнет, а второй блондин, для детей больше шансов стать черноволосыми. Это может постепенно привести к тому,

что весь народ станет черноволосым. Лет двести назад киргизы были белокурыми, а сегодня блондина среди них не встретишь. Так же часто встречаются каштановые волосы шатенов и русые — блондинов. Значительно меньше людей щеголяет рыжими волосами. К пятидесяти годам у людей начинается поседение волос. Оно объясняется тем, что в волосах постепенно уменьшается количество пигментов, и их стержни заполняются микроскопическими пузырьками воздуха.

Любой волос, где бы он ни вырос, состоит из двух частей. То, что находится на поверхности кожи, называется волосяным стержнем, а то, что скрыто в коже, корнем. Он оканчивается утолщением — **луковицей**. Именно здесь и происходит рост волоса, а то, чем мы



любуемся, это мертвая часть волоса и поседеть в одну ночь, то есть сменить природный цвет на беловато-серебристый, как пишут во многих романах, волосы человека не могут.

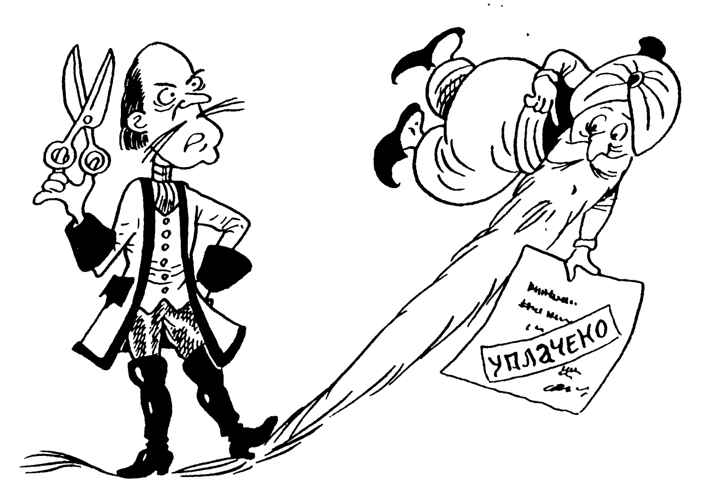
Растут волосы достаточно быстро. У новорожденных они за сутки удлиняются на 0,2 миллиметра, а у взрослых — на 0,3—0,5 миллиметра. Быстрее всего волосы растут на голове, подбородке, под мышками, а медленнее всего увеличивают свою длину волосы бровей. В возрасте 60 лет рост волос замедляется.

Наши волосы не вечны. Дольше всего они живут на голове — до 4—6 и даже до 10 лет, а у отдельных людей еще дольше. Зато волосы бровей, ресниц и подмышечных впадин выпадают каждые 3-4 месяца. Выпадают не все волосы сразу, а по одному, и мы этого не замечаем.

Интересный вопрос, сколько у нас на голове волос? На 1 квадратном сантиметре кожи разных участков тела человека можно насчитать от 40 до 880 волос. Гуще всего они растут на голове, но всего их там не так уж и много: у рыжих всего 80 000, у брюнетов — 100 000, а у блондинов 140 000. Благодаря тому, что волосы растут долго, иногда удается отрастить чудовищную шевелюру. Известна женщина, отрастившая косу длиной 260 сантиметров, и мужчина, волосы которого имели длину 798 сантиметров. Была известна борода длиною 365 сантиметров. Это

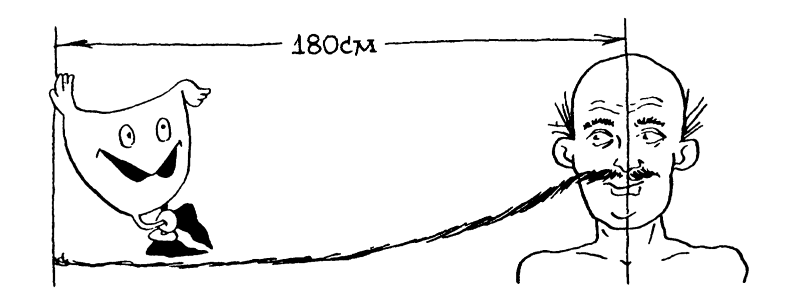
побольше, чем борода чародея Черномора из поэмы А.С. Пушкина «Руслан и Людмила», похитившего у Руслана невесту.

В различных странах к бородам и усам отношение неоднозначное. Известно, что царь Петр I был ярым противником ношения бороды, но не запретил иметь на лице это украшение, а брал с бородачей налог: по 30 рублей в год с простых людей и по 60 — с дворян.



Интересно, какую бы цену пришлось платить Черномору, явись он к царскому двору. А вот Александр Македонский повелел своим воинам бороду сбривать. Мера была вынужденной: в бою вражеские солдаты хватали македонцев за бороды, и для них это кончалось плохо.

Усы могут быть тоже огромными. Рекорд — 180 сантиметров. Старый волос, достигший своего предельного возраста, выпадает. Ежедневно мы теряем 50—100 волос, но на их



месте обычно вырастают новые, однако с возрастом многие волосяные фолликулы, места, откуда растут волосы, перерождаются, и наступает время, когда количество выпадающих волос начинает превышать количество вырастающих. У женщин это приводит к поредению волос, а у мужчин подобный процесс чаще оборачивается появлением лысины. Она может развиваться у совсем еще молодых мужчин, но начинает образовываться только после завершения у юношей полового развития, причем уменьшение волос на голове в этом случае сопровождается их увеличением на других частях тела. Выпадение волос чаще всего начинается с лобной и теменной частей головы и постепенно распространяется на другие области. В итоге волосы остаются только по краям волосистой части головы. Поредение может захватить бороду и ресницы. Волосяной покров на образовавшейся лысине обычно не восстанавливается, но специальное лечение может замедлить процесс выпадения волос и отсрочить облысение головы.

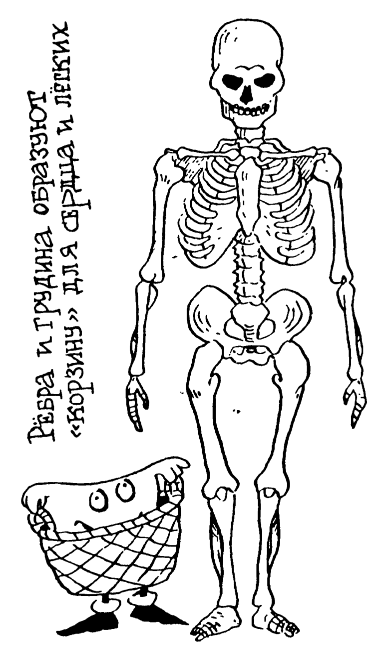
КОСТИ, МЫШЦЫ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ НИША



«Арматура»
Может ли человек стать гигантом?
«Шарниры»
Сустав-труженик
«Моторы»
Красные и белые
Неженки и закаленные
«Огонь в топках»
Трудно без холодильника
Человек, как электрическая лампочка

«АРМАТУРА»

Стальной каркас железобетонных сооружений называют арматурой. Она предназначается для укрепления возводимых сооружений. Для человеческого тела арматурой служит **костный скелет** — совокупность костей, создающих опору телу человека и животных и отдельным его частям. Это важнейшая часть человеческого тела. Важнейшая хотя бы потому, что вес скелета составляет 1/5—1/7 веса тела. Если вес взрослого человека достигает 75 килограммов, его кости весят от 11 килограммов до одного пуда (16 кг). Немалый груз, но с ним приходится мириться, так как на скелет возложено несколько важнейших функций. Одна из них — создание каркаса, удерживающего органы нашего тела на предназначенных им местах. При этом он еще и защищает их от внешних воздействий, причем чем орган важнее, тем надежнее его защита. **Рёбра** и **грудина** вместе с позвоночником образуют «корзину» для сердца

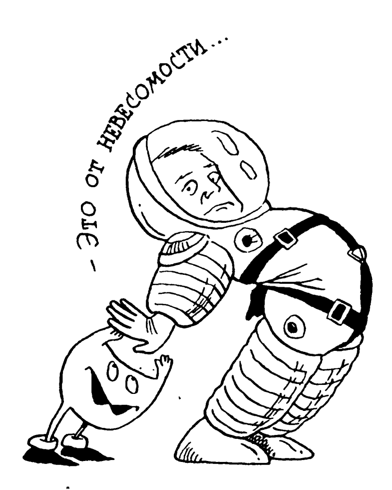


и легких. Она не обеспечивает надежной защиты этих органов от острых, колющих предметов: в промежутки между прутьями «корзины» легко проникнет штык или нож. Другое дело — **череп**. Он полностью изолирует наш мозг от внешней среды.

Таковы два важнейших предназначения скелета. Третье, не менее важное, состоит в том, что скелет создает опору для костей конечностей и систему рычагов, позволяющую их обладателю производить целенаправленные движения и перемещаться в пространстве.

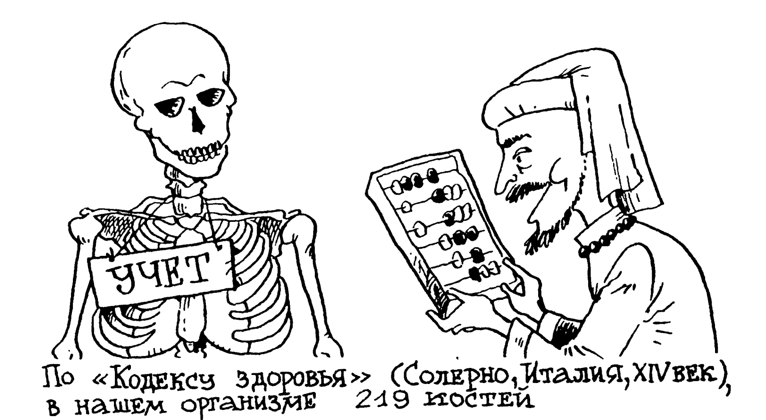
Кости состоят из **белков, воды** и **минеральных веществ**. В костях содержится до 98% всех минеральных веществ организма. Больше всего, около 1200 граммов, в них кальция, фосфора — 530 , а магния 11 граммов. Остальные — медь, стронций, цинк, бериллий, алюминий и еще 25 элементов — содержатся совсем в ничтожных количествах. Несмотря на прочность, кости всю нашу жизнь перестраиваются. Если организм испытывает нужду в каких-нибудь неорганических веществах, он черпает их из костей, что, конечно, самим костям на пользу не идет. Материнское молоко должно содержать много неорганических веществ, ведь грудной ребенок быстро растет, и его кости нужно из чего-то создавать. Однако сами женщины чаще всего не успевают получать эти вещества в достаточных количествах из пищи, и их приходится брать взаймы у костей. Вот поче-

му в этот период их кости теряют свою обычную прочность. За время пребывания на орбите теряют неорганические вещества и кости космонавтов, но уже по другой причине. Там, в невесомости, исчезает обычная нагрузка на кости и нет необходимости сохранять их изначальную прочность. Поэтому кости просто освобождаются от веществ, ставших на данный момент лишними.



Костный белок — тоже важная часть костей. Далеко не все знают, что его в костях не так уж и мало. О том, что белок входит в состав костей, убедительно свидетельствуют некоторые животные, для которых кости являются основной пищей. Это орел бородач, живущий в горах Памира. Он способен проглатывать целиком даже длинные кости. Пожирателями костей являются африканские и азиатские гиены, способные своими мощными челюстями разгрызать полые кости крупных животных. Именно костное вещество, его белок, а не костный мозг, как думали раньше, является их основной пищей.

Как вы думаете, сколько в нашем теле костей? Оказывается, на этот вопрос не сможет



По «Кодексу здоровья» (Солерно, Италия, XIV век), в нашем организме 219 костей

ответить ни один даже самый квалифицированный анатом. Медики древнего Тибета считали, что их 360. С течением веков, набравшись опыта, ученые существенно уменьшили эту цифру. Если судить по «Кодексу здоровья», написанному в Солерно (Италия) в XIV веке, их в нашем организме 219. По современным представлениям их около двухсот: позвоночник — 26; мозговой череп — 8; лицевой череп — 14; подъязычная кость, ребра, грудина — 26; верхние конечности — 64; нижние конечности — 62.

Дело в том, что количество костей в организме разных людей неодинаково. Кроме того, раньше к костям причисляли хрящи и другие твердые образования человеческого тела, например ногти и зубы. Китайцы почему-то не могли на ощупь сосчитать количество ребер, а вскрывать умерших людей в те времена запрещалось, и, как ни странно, считали, что у мужчин их 12 пар, а у женщин — 14.

Путаников и в те времена было сколько угодно. **Аристотель**, величайший ученый всех времен и народов, почему-то считал, что у мужчин зубов больше, чем у женщин. А посчитать их было совсем нетрудно.

Немалое значение в путаницу с числом костей внесло действительно частое различие в их количестве. В швах костей черепа некоторых людей встречаются крохотные вставочные кости. Различия встречаются и в количестве других костей. Одни различия связаны с возрастом. Нижняя челюсть у детей до года состоит из двух костей, а позже они срастаются в одну кость. Из трех частей состоят у детей трубчатые кости. Их головки отделены от средней части кости хрящевыми прослойками, окостеневающими лишь к 20—25 годам. Они принимались анатомами прошлых веков за три самостоятельных кости. Количество других костей, например копчиковых, с возрастом не меняется, но их может быть и 3, и 4, и 5.

МОЖЕТ ЛИ ЧЕЛОВЕК СТАТЬ ГИГАНТОМ?

Вскоре после окончания Великой Отечественной войны в нашей стране и во всем мире начался процесс акселерации: ускоренное развитие детей и увеличение их роста. Дети стали вырастать более высокими, чем были



их родители. Скачки увеличения роста людей происходили и в более отдаленные времена. В этом можно убедиться, побывав в Рыцарском зале Эрмитажа в Петербурге, где выставлены рыцарские доспехи эпохи крестовых походов. Кажется, что большинство из них предназначались подросткам. Для современных людей они явно маловаты. На самом деле, их носили взрослые мужчины. Ясно, что в то время люди были не такими большими. Давайте попробуем разобраться, что произойдет с людьми, если вспышки акселерации будут возникать снова и снова. Не случится ли так, что через сотни тысяч или миллионы лет люди превратятся в чудовищно больших великанов? Возможно ли значительное увеличение размеров животных и человека?

Органы тела животных и человека нуждаются в опоре. Для позвоночных животных опору создают кости скелета, которые должны обладать достаточной прочностью, чтобы они не только не рухнули под тяжестью тела, но даже могли выдерживать толчки, возникающие при движении, особенно при стремительном, и противостоять силам, вызывающим изгибы и скручивания. Однако для животных, обладающих высокой подвижностью, тяжелый скелет неприемлем. Он не только уменьшит расторопность и подвижность, но и потребует непомерно больших энергетических затрат. Вот почему размер и устройство скелета зависит от того, что для животного важнее: чтобы его скелет обладал высокой прочностью или уступал в прочности, но зато был легким.

Естественно, что у маленьких животных и скелет бывает миниатюрным. А как должен измениться скелет этого существа, чтобы он по-прежнему мог выполнять свои функции, если оно вдруг подрастет и станет значительно больше? Должен ли его скелет увеличиться, и насколько? Давайте попробуем это выяснить. Для простоты подсчетов предположим, что наше животное имеет прямоугольную форму длиной 5 сантиметров, шириной 2 сантиметров и высотой 3 сантиметра, а весит 30 граммов, то есть вес 1 кубического сантиметра нашего зверя равен 1 грамму. Когда же наше животное выросло, все его

размеры увеличились в два раза. Теперь его длина достигла 10 сантиметров, ширина — 4, а высота — 6 сантиметров, и весить оно стало 240 граммов, то есть его вес увеличился в 8 раз. Это значит, что увеличение в два раза толщины, точнее площади поперечного сечения костей, недостаточно для сохранения его надежности. Чтобы компенсировать увеличение веса, площадь поперечного сечения костей тоже должна увеличиться в 8 раз. При этом их диаметр увеличится в 2,8 раза.

Теперь проанализируем, что получится, если наш предполагаемый зверь будет расти и дальше.

Увеличение всех размеров тела животного	Увеличение веса	Увеличение диаметра костей
в 2 раза	в 8 раз	в 2,8 раза
в 3 раза	в 27 раз	в 5,2 раза
в 5 раз	в 125 раз	в 11 раз
в 10 раз	в 1000 раз	в 32 раза

Скелет — самая тяжелая часть тела, так как кости гораздо тяжелее мягких тканей. Поэтому при увеличении размера и веса тела животного вес его костей будет увеличиваться намного быстрее, чем мягких тканей, и очень скоро обгонит его в весе. Это значит, что существует предел, при котором дальнейшее увеличение будет невозможным. Следовательно, у людей еще есть резерв для увеличения



своего роста, и не исключено, что со временем люди станут выше, шире в плечах и тяжелее, но, живя на планете Земля, наши потомки никогда не станут огромными великанами вроде Кинг Конга. Другое дело, если они освоят Луну, притяжение которой в 6 раз меньше земного, или будут жить в невесомости, тогда они смогут стать крупнее нас, но уже никогда не вернутся на Землю. Здесь, на нашей планете, кости гиганта с Луны не выдержали бы веса тела и его тяжестью были бы разрушены.

«ШАРНИРЫ»

Положите на стол кирпич и попробуйте, не поднимая, передвинуть, его на полметра. Оказывается, для этого нужно приложить известную силу. Движению кирпича препятствует трение, возникающее между его поверхностью

и поверхностью стола. На преодоление трения и затрачивается сила, которую приходится прикладывать к кирпичу, чтобы его сдвинуть. Величина этой силы зависит, во-первых, от того, насколько шероховаты трущиеся поверхности, а во-вторых, от веса кирпича.

Подобным же образом трение возникает в шарнирах человеческого тела — в суставах наших конечностей, препятствуя их движению.

Трение можно существенно уменьшить с помощью смазки. Налейте на стол немного воды и убедитесь, что по мокрой поверхности передвигать кирпич станет легче. А если вместо воды использовать какое-нибудь масло, кирпич заскользит по столу совсем легко. Природа позаботилась о смазке поверхностей суставов, но если из-за какого-либо заболевания количество или характер жидкости, предназначенной для смазки, существенно меняется, движение в суставе окажется затруднено. И любое движение в суставе будет теперь сопровождаться болевыми ощущениями, обычно достаточно сильными.

Суставы млекопитающих, в том числе человека, устроены таким образом, чтобы силу трения свести до минимума. Вот почему поверхности соприкасающихся костей имеют такую форму, которая наиболее удобна для их движения, да к тому же они покрыты слоем хряща, имеющего очень гладкую поверхность. Сустав окружен капсулой — так называемой **суставной сумкой**. Она удерживает

соприкасающиеся поверхности костей сустава в необходимом положении. Полость суставной сумки заполнена суставной жидкостью, предназначенной для смазки соприкасающихся поверхностей костей.

Жидкость, заполняющая все щели суставной сумки, по своему составу напоминает плазму крови, но в ней меньше белков и присутствуют длинные молекулы гиалуроновой кислоты, которые придают этой жидкости особые удивительные свойства. В нормальном состоянии она обладает значительной вязкостью, что должно было бы серьезно затруднять движение сочлененных костей сустава. Однако во время их движения вязкость этой жидкости резко снижается. Снижение вязкости зависит от скорости движения. При быстрых движениях она уменьшается в 5 тысяч раз! Это свойство суставной жидкости помогает удерживать наши конечности в неподвижном состоянии и не мешает совершать быстрые движения.

Если на плоскую поверхность стекла или металла поместить каплю воды, а сверху на нее поставить выпуклую стеклянную линзу, ее не трудно будет так прижать к плоской поверхности, что в месте их соприкосновения из-под линзы будет выдавлена вся вода. Другое дело, если вместо воды взять каплю глицерина. В этом случае, чтобы полностью выдавить его из-под линзы, придется затратить значительные усилия. Когда с этой же целью

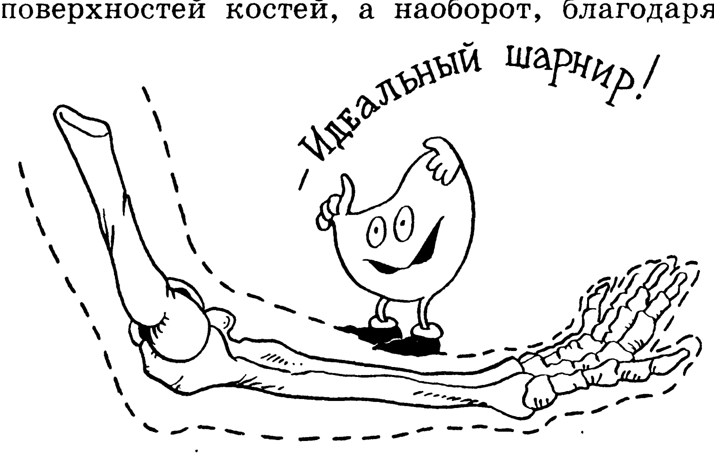
испытывали внутрисуставную жидкость, то выяснилось, что выдавить ее из-под линзы практически не удается. Между линзой и подлежащей плоской поверхностью будет всегда оставаться тончайшая пленочка жидкости. Мало того, оказалось, что внутрисуставная жидкость обладает упругими свойствами. Когда давление на линзу ослабевает, прежняя форма жидкости восстанавливается, толщина пленочки, образованной ею под линзой, увеличивается, и линза чуть-чуть приподнимается над поверхностью.

Когда на гладкую металлическую поверхность попадает масло, на ней образуется тоненькая масляная пленочка, которую очень трудно удалить полностью. Оставаясь на соприкасающихся поверхностях, такая смазка действует в течение долгого времени, резко снижая трение в движущихся частях различных машин и механизмов.

Казалось бы, для определения силы трения необходимы сложные приборы. На самом деле для этого годятся достаточно простые приспособления, которые способен изготовить любой школьник. О силе трения, или, вернее, о качестве смазывающего вещества удобнее всего судить по скорости затухания качательных движений маятника. Для этого годится любой маятник, в том числе от старых часов-ходиков. Капнув на ось маятника испытуемое вещество, нужно придать маятнику горизонтальное положение и, опустив

его, сосчитать, сколько раз он качнется до полной остановки. Потом, тщательно удалив остатки использованной смазки, капнуть на ось новым смазывающим веществом и повторить опыт.

Когда смазывающий эффект внутрисуставной жидкости проверили подобным образом, неожиданно оказалось, что она снижает трение хуже многих смазывающих масел. Ученые вычислили, что с помощью такой смазки сустав должен был бы работать гораздо хуже, чем он работает на самом деле, но им удалось разгадать секрет совершенства суставов. Оказалось, что все дело в суставных хрящах, имеющих губчатое строение, так как они пронизаны бесчисленными микроскопическими порами, заполненными внутрисуставной жидкостью. Поэтому, мало того, что из-за особых свойств этой жидкости она не только не выдавливается из-под соприкасающихся поверхностей костей, а наоборот, благодаря



пористости хрящей при сильном давлении костей друг на друга выдавливается из их толщи, тем самым увеличивая толщину смазывающей пленки.

К сожалению, инженерам пока не удалось создать аналогичного технического устройства, при котором, чем больше давят друг на друга трущиеся поверхности, тем толще между ними пленочка смазывающего вещества. Это изобретение природы предстоит, по-видимому, использовать следующим поколениям инженеров-конструкторов.

СУСТАВ-ТРУЖЕНИК

Суставы конечностей человека выдерживают значительную нагрузку, особенно суставы ног. Труднее всего приходится **тазобедренному суставу**. Верхний конец бедренной кости, ее головка, сочленяющаяся с костями таза, имеют шарообразную форму диаметром около 4 сантиметров. Она плотно пригнана к сферической полости тазовых костей, второму элементу сустава.

Благодаря шаровидной форме сочленяющихся поверхностей этот сустав многоосевой, то есть сочлененные в нем кости имеют возможность совершать три вида движений, допуская движение ног в шести направлениях. Человек способен выносить ногу вперед и отводить назад, как это происходит при ходьбе,

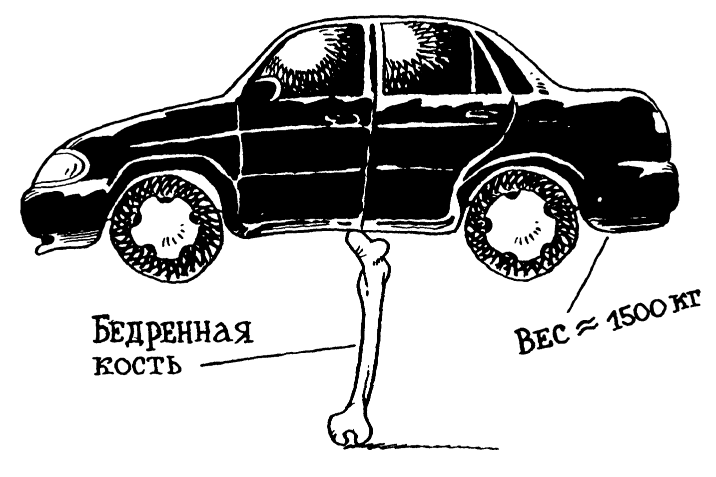
отводить ногу в сторону и в направлении другой ноги и, наконец, поворачивать ее вокруг длинной оси и по часовой стрелке, и в противоположном направлении, так что пальцы вместо нормального положения могут поворачиваться и вправо, и влево.

Когда человек совершает обычный шаг, его нога, на которую он только что опирался, поворачивается относительно человеческого туловища примерно на 57°, при этом головка бедренной кости, скользя по поверхности суставной впадины, проходит путь, равный 2 сантиметрам.

Давление на головку бедра всей массы человеческого тела достаточно большое. Когда человек с весом тела около 70 килограммов соблюдает неподвижность, опираясь на обе ноги, на его тазобедренные суставы ложится груз равный 55—60 килограммам. Однако реальное давление, которое испытывают эти суставы, гораздо больше — оно в 1,6 раза превышает вес опирающихся на них частей тела. Это происходит потому, что центр тяжести человеческого тела не находится непосредственно над линией, соединяющей головки бедра, и поэтому для поддержания вертикальной позы несколько крупных мышц тазового пояса сокращаются, с силой прижимая сочленяющиеся поверхности друг к другу и не позволяя туловищу наклоняться. Поэтому реальная нагрузка на эти суставы у семидесятикилограммового человека достигает

95 килограммов, а если у него за плечами рюкзак, весящий 20 килограммов, давление возрастет до 125 килограммов. Для грузчика, поднявшего на спину мешок муки весом 50 килограммов, оно возрастает до 175 килограммов; ну а какое давление испытывают тазобедренные суставы спортсмена-штангиста, поднимающего тяжелую штангу, сосчитайте сами.

Кости отличаются большой прочностью. Большая берцовая кость человека, находящаяся в вертикальном положении, способна выдержать груз в 1800 килограммов, а бедренная — полторы тонны, вес среднего легкового автомобиля. Раздавить кость гораздо труднее, чем сломать. При высокой прочности кости, тем не менее, обладают хрупкостью, и поэтому ранения, ушибы, падения нередко сопровождаются переломами. Чаще других происходят переломы бедренной кости в области ее шейки. Дело в том, что форма бедренной



кости, в отличие от других длинных костей конечностей, далека от идеально прямой. У нормально развитого человека шейка бедренной кости отходит от ее основой части под углом от 115° до 140°. Иными словами, верхняя часть бедренной кости имеет форму, напоминающую дугу. Поэтому при падениях на расставленные ноги или на бок изгиб кости усиливается, и в районе шейки, наиболее тонкой части, возникает перелом.

«МОТОРЫ»

Конечности человека и животных приводят в движение удивительные моторы — **поперечно-полосатые скелетные мышцы.**

Если через окуляр микроскопа взглянуть на мышечную ткань, станет понятно, почему они так называются. Мышцы образованы многоядерными клетками, имеющими вид волокон длиной до 40 мм. Каждое волокно, словно бусы, состоит из чередующихся светлых и темных дисков. Темный диск и обе половинки светлых дисков, прилегающих к нему справа и слева, являются рабочими элементами мышечного волокна. А сами волокна собраны в пучки таким образом, что все темные диски каждого волокна располагаются точно один под другим, образуя темную полоску, а все светлые диски таким же образом формируют белую полоску. Они и придают



скелетным мышцам сходство с зеброй, то есть делают их поперечно-полосатыми.

Внутри мышечного волокна находятся плотно упакованные толстые нити белка миозина и тонкие нити белка актина. Оба вида нитей соединены между собой поперечными мостиками. Когда мышца по нервным волокнам получает от мозга команду сократиться, тонкие белковые нити каждого рабочего элемента мышечного волокна с помощью поперечных мостиков, скользят навстречу друг другу по толстым нитям, как по канатной дороге, направляясь к его центру. В результате мышечные волокна укорачиваются и утолщаются, соответственно утолщается вся мышца и, укорачиваясь, тянет за собой кости, к которым прикреплена, вызывая движение конечности.

Работа мышц имеет одну важную особенность. Если мышечное волокно получило по нерву приказ сократиться, то оно выполнит это распоряжение с максимально возможной для него силой. Сократиться сильнее или, наоборот, вполсилы оно не может. А сила всей

мышцы зависит не от качества работы отдельных мышечных волокон; а от того, из скольких волокон состоит мышца, сколько из них получили приказ сократиться и дисциплинированно выполнили это распоряжение. А вот скорость сокращения у каждой мышцы своя. У человека быстрее всего сокращаются глазные мышцы, затем мышцы ног и рук. А вот туловищные мышцы, обеспечивающие дыхание, расторопными не назовешь. Очень быстро сокращаться они не способны.

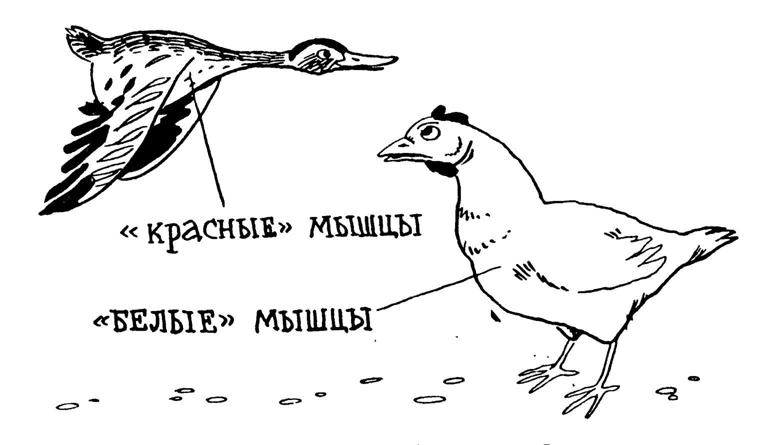
КРАСНЫЕ И БЕЛЫЕ

Нет, речь здесь пойдет не о гражданской войне, не о сражениях между «красными» и «белыми», а о работе скелетных мышц. Виды работ, которые приходится выполнять скелетным мышцам, отличаются друг от друга, — не существует таких мышц, которые могли бы справиться с любой работой. Летательные мышцы насекомых во время полета делают несколько сот сокращений в секунду. Мышцы двустворчатых моллюсков, замыкающие раковину у гигантской тропической тридакны или у нашей пресноводной беззубки, которую можно встретить практически в любом озерке или речке, напротив, не способны совершать мгновенные сокращения, зато могут удерживать раковину закрытой в течение многих часов и сжимать створки так крепко,

что открыть их голыми руками невозможно. Ясно, что для выполнения этих работ нужны разные мышцы.

Поперечно-полосатые **мышцы** человека и животных состоят из мышечных волокон двух типов: **быстрых** и **медленных**. Медленные мышцы принято называть **«красными»**. На вид они действительно красные или темно-красные. Такой цвет придают им многочисленные кровеносные сосуды, наполненные кровью, и особое красное вещество — **миоглобин**, способное накапливать про запас кислород и хранить его для использования при более усиленной работе мышц.

Быстрые мышцы называют **«белыми»**. Они действительно выглядят белесыми, так как в них меньше кровеносных сосудов и они почти не содержат миоглобина. Белые мышцы сильнее красных, но, имея плохо развитую кровеносную сеть, не способную поставлять достаточное количество кислорода, когда работа мышц резко возрастает, и лишенные его запасов, быстро утомляются. Красные мышцы сокращаются с меньшей силой, но благодаря хорошей обеспеченности кислородом могут подолгу работать, не испытывая усталости. Утки, гуси, некоторые другие птицы во время весенних и осенних перелетов способны лететь без отдыха 48—60 часов подряд. Их крылья приводятся в движение красными мышцами. У домашней курицы мышцы крыльев, расположенные на груди, так



называемая полярка, белые. Они гораздо светлее мышц на куриных ногах. Вот почему домашние куры не способны летать, зато бегают совсем неплохо.

НЕЖЕНКИ И ЗАКАЛЕННЫЕ

Наша Земля, как и другие планеты Солнечной системы, имеет очень неоднородный климат. Есть у нас такие заветные местечки в Антарктиде, где температура воздуха падает до −88°C, зато кое-где в Африке она нередко поднимается до +55°C, но это, конечно, крайности. Они наблюдаются в очень немногих районах Земного шара. А в основном климат более приветлив. Видимо, поэтому у большинства живых существ процессы жизнедеятельности возможны при температуре тела от 0 до 40°C. Достаточно широкий диапазон, казалось бы, вместительная ниша, пригодная для

жизни любых животных, и все-таки для многих из них в этой нише тесновато.

Есть водоросли, которые живут, размножаются и, по-видимому, прекрасно себя чувствуют в горячих источниках с температурой 70—90°С. Среди вечных полярных льдов тоже существует жизнь. Почему же, несмотря на большую тепло- и холодоустойчивость многих животных, их активная жизнедеятельность возможна лишь в относительно узком диапазоне?

Температура определяет скорость движения молекул любых веществ. Чем температура ниже, тем скорость движения молекул меньше и, следовательно, тем медленнее идут химические реакции, пока их скорость не понизится настолько, что активная жизнедеятельность станет невозможной. Это происходит при температуре образования льда. Основные химические реакции в организме идут в водных растворах.

Верхний предел переносимых температур зависит от устойчивости белков и жиров. Уже при нагревании выше 40°С они настолько изменяются, что клетки гибнут. Вот поэтому все животные стремятся к оптимальным для них температурным условиям. Достигают они этого разными способами.

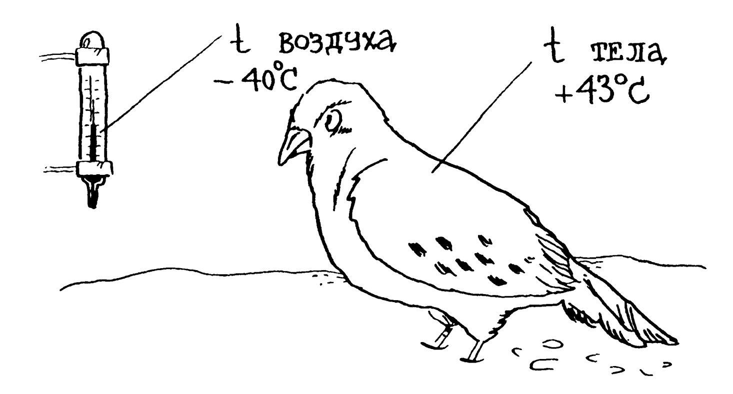
Как известно, существуют так называемые **холоднокровные животные**, температура тела которых зависит от температуры окружающей среды. В холодную погоду им приходится

прибегать к замысловатым способам, чтобы как-то обогреться. Самый простой способ — подыскать для себя местечко с подходящим микроклиматом. Когда становится холодно, они греются на солнце, прячутся в норах, закапываются в кучи лесного мусора, ищут убежище на дне глубоких водоемов.

Теплокровные животные обладают способностью сохранять постоянную температуру тела, не прибегая к помощи солнца и к другим внешним источникам тепла. В холодную погоду они сами вырабатывают много тепла, а в жаркую умеют отдавать его излишки в окружающую среду. Впрочем, к повышению температуры животные нашей планеты приспособлены хуже, чем к холоду.

Морозы многие животные переносят легко. Разница между температурой тела и температурой окружающей среды может превышать 80°C, а животные очень скрупулезно будут поддерживать постоянство своей температуры. Особенно много подобных животных среди представителей арктической и антарктической фауны. Например, температура тела белой куропатки равна +43°C; куропатка сохраняет ее и при сорокаградусном морозе.

Умение вырабатывать тепло — не главное условие поддержания постоянной температуры тела. Одежда, пожалуй, важнее. Многие наши северные животные к зиме одеваются так тепло, что в морозы им не нужно вырабатывать дополнительное тепло: сколько они



вырабатывали его летом, столько вырабатывают и зимой. У песцов, например, такая теплая шубка что, пока температура воздуха не опустится ниже –50°C, они не мерзнут и не будут ощущать, что пора усилить производство тепла.

«ОГОНЬ В ТОПКАХ»

Теплокровные животные изобрели универсальный способ поддержания температуры своего тела, специально вырабатывая тепло. Впрочем, это делает любая клетка любого организма, когда активно участвует в обмене веществ. Например, маленькое одноклеточное существо амеба, хоть на миллионную долю градуса, но теплее окружающей среды. Естественно, что маленькие животные и тепла вырабатывают мало, и быстро отдают его в окружающую среду. Зато у крупных и тепла вырабатывается больше, и оно дольше сохраняется.

Маленькая форель, живущая в прохладной воде горных ручьев, всего на 0,012°С теплее воды, а температура тела у крупного тунца или марлина на 6°С выше температуры воды.

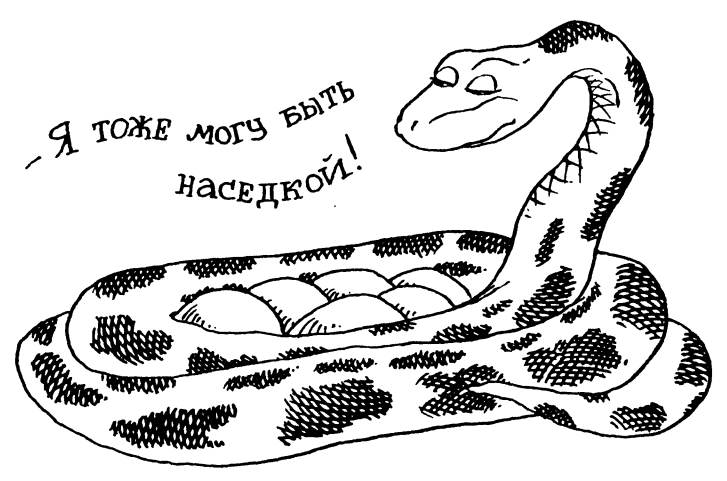
Чтобы не замерзнуть, у теплокровных животных есть много приспособлений. Когда температура воздуха понижается, они умеют сделать свою одежду более теплой, то есть усиливают теплоизоляцию своего тела. Для этого они сжимают кожные кровеносные сосуды, при этом их кожа становится холодной, а это значит, что она меньше отдает тепла в окружающую среду. Шерсть и перья взъерошиваются, между шерстинками становится больше воздуха, а неподвижный воздух — отличный теплоизолятор. Кстати, эта милая привычка топорщить шерсть сохранилась и у человека. Когда мы мерзнем, у нас появляется гусиная кожа, причем остатки волос, те крохотные волоски, что еще сохранились на нашем теле, становятся дыбом. К сожалению, нам теплее от этого не бывает.

Если принятые меры не дали нужных результатов и охлаждение не прекратилось, возникает дрожь. Она совсем не бесполезна, как можно было бы думать. Любые мышечные сокращения сопровождаются выделением значительного количества тепла, поэтому с появлением дрожи выработка тепла возрастает.

К помощи мышц для увеличения производства тепла прибегают многие. Вот один из примеров. Самки некоторых видов крупных

питонов, отложив яйца, не бросают их на произвол судьбы, а, обвившись кольцами вокруг них, несут караул до тех пор, пока не вылупятся змеята.

Конечно, на такого сторожа немногие рискнут напасть, слишком опасна наседка, но оказалось, что дело совсем не в этом. Самка питона охраняет свои яйца не столько от врагов, сколько от холода. Это может показаться



неправдоподобным, ведь всем известно, что змеи — **животные холоднокровные**. Однако такое представление не совсем верно. Если змея немного побегает, то даже она может слегка согреться. Когда температура воздуха достаточно высока, питон лежит неподвижно, но как только станет прохладнее, у него начинает работать поперечная мускулатура тела, при этом оно то становится тонким, то опять утолщается. Со стороны кажется, что

питон просто вздрагивает всем своим телом. В прохладную погоду наседка трудится со всей силой, на которую способна (а силой она обладает немаленькой), пока не согреется сама и не согреет яйца. Вот какие удивительные бывают наседки.

Человек даже в сильный мороз может легко согреться, занявшись тяжелой физической работой. Впрочем, он может согреться, подобно питонам, внешне не обнаруживая активной деятельности и даже не вздрагивая.

У теплокровных животных и человека при понижении температуры окружающей среды образование тепла заметно увеличивается. Это происходит за счет усиления обменных процессов. Иными словами, как бы за счет сжигания во внутриклеточных «печах» организма глюкозы. Это нормальный процесс поддержания температуры тела на необходимом уровне. А усиление выработки тепла за счет работы мышц, будь это дрожь, бег, переноска тяжестей или другая форма мышечной деятельности, — это аварийный способ предотвратить дальнейшее понижение температуры тела и согреться.

ТРУДНО БЕЗ ХОЛОДИЛЬНИКА

Охлаждение тела — нежелательно и очень опасно. Однако к холоду люди приспособились лучше, чем к жаре. Еще первобытный человек научился изготовлять одежду,

пользоваться огнем, сооружать жилища — это позволило ему заселить север Европы и Азии и приспособиться к очень холодному климату. В Якутске морозы до −50°С — дело обыденное, а в Оймяконе — полюсе холода Северного полушария — случаются морозы за −70°С. Разница между температурой тела и температурой наружного воздуха больше 100°С! В приспособлении к холоду большое значение имела способность человека в случае необходимости значительно повышать выработку тепла в своем организме.

Гораздо хуже приспособился человек к жаре. На Земле не так много мест, где температура подолгу держится на уровне +50°С, но люди в таких районах, как правило, постоянно не живут. Нормальная температура человека в подмышечной впадине — 36,6°С. Казалось бы, приспособиться к разности температуры между телом и окружающей средой всего в 13,5—15°С нетрудно. Не тут-то было! Без вентиляторов, холодильных установок, кондиционеров жить при постоянной температуре воздуха, равной +50°С, невозможно. К счастью, в тех местах, где температура поднимается так высоко днем, ночью она понижается, и весьма значительно.

При повышении температуры окружающей среды человек может выжить только в том случае, если он сумеет сохранить собственную температуру в пределах нормы. Ее повышение всего на два градуса до +38,6°С



приводит к тому, что человек иногда теряет сознание. У него может возникнуть тепловой удар, шок, развивающийся вследствие теплового повреждения мозга. Интересно, что тепловой удар возникает лишь под влиянием внешних причин, солнечных лучей или просто теплого воздуха, поднимающих температуру нашего тела. Внутренние причины повышения температуры человека менее опасны. При очень интенсивной работе она без всяких вредных последствий может достигать 40°С, а при лихорадке, вызванной болезнетворными организмами, даже до 42°С.

Как же борется наш организм с жарой? Человек охлаждается, испаряя влагу в легких и с кожи. Запасы воды, которые организм может испарить, борясь с жарой, ограничены. Определить, какое количество воды испаряет

человек, почти 40 лет назад впервые сумел итальянский ученый С. Санторио, возглавлявший кафедру теоретической медицины университета города Падуи. Соорудив громадные весы, он часами восседал на них, наблюдая за изменением собственного веса. Результаты опытов были столь ошеломляющими, что в его лабораторию стекались многочисленные посетители, жаждавшие увидеть, как у них



на глазах худеет известный ученый. А изменения веса были ощутимы: за ночь Санторио терял почти килограмм.

Из легких за сутки испаряется 150—500 граммов воды, а через кожу еще больше. Оказывается, человек беспрерывно потеет, хотя пот и не стекает по телу крупными каплями.

Из отверстий бесчисленных **потовых желёз**, разбросанных по всей поверхности кожи, выделяются мельчайшие капельки пота, увидеть которые можно только под микроскопом.

Если воздух достаточно сух, они успевают испариться раньше, чем из желёзок выделятся новые, и кожа остается сухой. В холодную погоду с кожи испаряется 250—1700 граммов воды. При выполнении тяжелой физической работы в жаркую сухую погоду выделение пота может возрастать до 10—15 литров в сутки, а иногда до 4 литров в час, но кожа и в этом случае может остаться сухой. По самым скромным подсчетам, южане за 70 лет жизни выделяют 70—150 тонн пота, шесть железнодорожных цистерн.

На испарение пота расходуется большое количество тепла. Если все это тепло отнять от человеческого тела, его температура понизилась бы примерно на 10 градусов, но наше тело дает для испарения лишь небольшую часть необходимого тепла, остальное тепло берется из воздуха. Только благодаря испарению воды из легких и с кожи температура человеческого тела остается нормальной, даже когда температура воздуха повысится до 40—50°С.

Потеть не всегда полезно. Когда в воздухе много влаги, пот испаряется медленно, собирается крупными каплями и стекает по телу, не принося облегчения. Ведь если нет испарения, не происходит и охлаждения. Поэтому жара в сухих пустынях переносится легче, чем во влажных тропических лесах.

Вырабатывая пот, потовые железы получают воду из крови. Но пока потоотделение не достигает чрезвычайно больших размеров,

кровь не густеет и ее не становится меньше. Как только кровь начинает терять воду, сейчас же со «складов» в кровяное русло поступает такое же количество воды. «Склады» воды находятся в подкожной клетчатке, мышцах и других органах. Наоборот, когда человек пьет воду и она из кишечника поступает в кровь, сразу же соответствующее количество воды переводится в «склады». Однако количество выделяемого пота зависит не только от запасов воды в организме, но и от работоспособности потовых желез.

ЧЕЛОВЕК, КАК ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЛАМПОЧКА

Испарение для человека — это главный и достаточно мощный способ остановить в жаркую погоду повышение температуры собственного тела. А как быть, если влажность воздуха так высока, что испарение становится невозможным и пот крупными каплями скатывается с нашей кожи, не давая охлаждающего эффекта и не принося нам облегчения?

У человека есть и другие возможности избавиться от некоторого количества излишков тепла. Это можно сделать с помощью **теплопроводности.**

С теплопроводностью мы сталкиваемся постоянно. Огонь горит внутри печи, но печка и снаружи горяча, так как ее стенки проводят

тепло и согревают помещение. По трубам центрального водяного отопления течет горячая вода. Она является носителем тепла, а металлические стенки труб и отопительных батарей проводят тепло и согревают наши комнаты.

На теплопроводности основано охлаждение тела путем передачи тепла воздуху или жидкости. Если окружающий воздух будет хотя бы на один градус холоднее нашего тела, оно станет отдавать свое тепло молекулам газов, соприкасающихся с ним, а те, согревшись, станут постепенно отходить от тела, уступая место более холодным порциям воздуха.

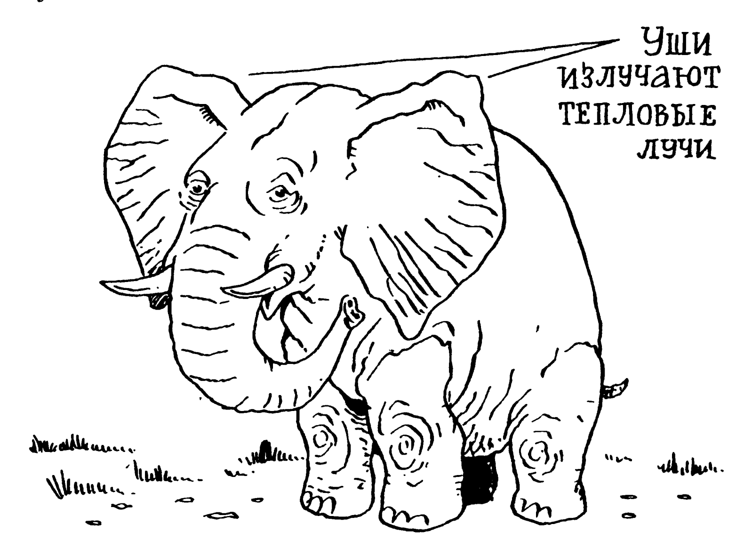
От тепла можно избавиться путем его излучения. Все предметы с температурой выше абсолютного нуля (абсолютным нулем считают температуру –273°C) отдают энергию с помощью излучения света, точнее, с помощью испускания инфракрасных лучей. Они ничем существенным, кроме своих длинных волн, не отличаются от прочих лучей, испускаемых солнцем. Наши глаза не способны улавливать инфракрасное излучение, но это не вина лучей, а недостаток наших глаз.

Свет, солнечные лучи, в том числе инфракрасные, — это **электромагнитные волны**. Вот их мы и излучаем, отличаясь от солнца только тем, что наше излучение не такое мощное, и мы, в отличие от солнца, способны испускать лишь инфракрасные лучи.

Инфракрасные лучи испускает тело, но избавиться от тепла можно только через голые

участки кожи, имеющие богатую сосудистую сеть, позволяющую выносить к поверхности вместе с кровью глубинное тепло организма. Это могут быть уши слонов, зайцев, ослов, у антилоп — рога, у птиц — гребни на голове, вроде петушиного, голое, не защищенное шерстью брюхо.

В жаркое время суток слоны отдыхают, укрывшись в тени высоких деревьев. Гиганты дремлют стоя, неторопливо обмахиваясь ушами, имеющими богатое кровоснабжение. Взмахи ушей-вентиляторов вызывают движение воздуха и не препятствуют излучению ими тепла, которое достаточно велико. Львица, укрывшаяся после сытного обеда в тени акаций, если ей жарко, ложится на бок. Голое брюхо зверя испускает много тепловых лучей.



ЧЕТЫРНАДЦАТЬ ЖЕЛУДКОВ БЕГЕМОТА



Пиры Лукулла

Из какого ведра пить воду?

Мучительная жажда

Зубастый кусачка

Зубы мудрости

Болтун

Слюнки

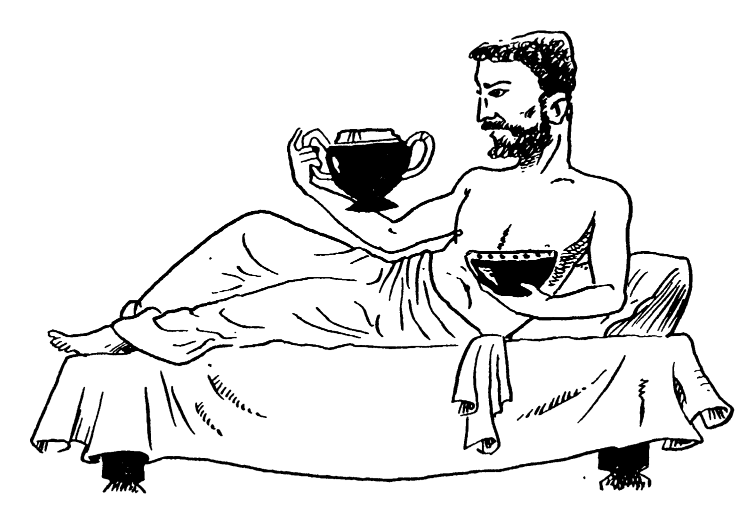
Волшебные стенки

Чем питается корова?

ПИРЫ ЛУКУЛЛА

В 74—64 г. до нашей эры римские легионы, предводительствуемые **Луцием Лицинием Лукуллом**, наголову разбили войска понтийского царя Митридата VI (Великого), а затем его родственника — армянского царя Тиграна II. Огромная держава Митридата распалась. И все же Лукулл получил широкую известность не только благодаря своим ратным подвигам и полководческому гению, а главным образом, благодаря роскошным пирам, которые, вернувшись в Рим, он давал ежедневно.

Римляне той эпохи любили поесть и имели склонность к излишествам. Веселые трапезы и пиры продолжались по многу часов и даже дней. За это время съедалось огромное количество изысканных кушаний. Под звуки музыки или пения, полулежа на подушках,



смаковали пирующие всевозможные яства, запивая их изрядным количеством вина. Даже тренированные римские желудки неспособны были переварить такие количества пищи. Но это и не вменялось им в обязанность. Наевшись до отвала, пирующие запускали себе в рот два пальца, вызывая рвоту, и возвращались к прерванной трапезе.

Не перевелись Лукуллы и в наши дни. Если сложить все, что мы съедаем и выпиваем в течение жизни, каждый смог бы почувствовать себя Лукуллом, ведь получится огромная груда всевозможных продуктов.

Средний человек за 70 лет своей жизни съедает не меньше 40 тонн всевозможных продуктов. Кроме того, человеку нужна вода. В чистом виде и в виде соков, молока, супов и других жидкостей средний европеец потребляет не меньше 75 тонн воды, а жители жарких стран значительно больше.

Потребность в пище зависит от размера организма, от выполняемой работы, от образа жизни, от климатических условий и времени года. У людей, занимающихся тяжелым физическим трудом, живущих в условиях умеренного и холодного климата, особенно проводящих много времени на открытом воздухе, потребность в пище высока.

Процессы обмена веществ в организме сопровождаются освобождением энергии. Большая ее часть в конечном итоге превращается в тепло. Любая затрата энергии должна по-

крываться за счет соответствующего количества пищи. Кроме обеспечения организма энергией, пища снабжает его строительными материалами, необходимыми для роста, перестройки и восстановления разрушающихся тканей, для синтеза веществ разового использования, в том числе для выработки пищеварительных соков и гормонов. Поэтому пища должна содержать определенное количество белков, углеводов и жиров, а также немало других веществ. В зависимости от физической нагрузки взрослому человеку в день в среднем требуется: белков от 110 до 165 граммов, жиров от 105 до 155 граммов, углеводов от 435 до 630 граммов.

Интересно сравнить ежедневную потребность в пище человека и животных. Анаконде, самой крупной змее, в сутки требуется 0,013% от веса ее тела, человеку — от 0,6 до 2%, тигру — 2,8%, скворцу — 12%, синичке лазоревке — 30%, кроту — 100%, колибри — 200%.



Конечно, количество потребляемой пищи зависит и от ее качества. Колибри питается в основном нектаром цветов, то есть сладковатой водичкой. Естественно, чтобы не умереть с голоду, нектара нужно добывать достаточно много. А тигры, как известно, едят мясо, так что могут насытиться и небольшим обедом.

Большинство веществ, из которых состоит человеческий организм, не могут быть синтезированы непосредственно из химических элементов или неорганических веществ. Например, человеческие белки строятся из различных комбинаций 22 видов аминокислот. Только 10 из них способен синтезировать наш организм. Остальные 12 должны поступать в готовом виде. Мало того, когда синтез аминокислот осуществляется в нашем организме, нужно, чтобы необходимый для этого азот поступал в виде органических соединений. Точно так же глюкоза не может синтезироваться из углерода и водорода, для ее производства используются другие углеводы, полученные с пищей.

Среди многих веществ, необходимых для поступления в организм, важную роль играют **витамины**. Без них жизнь невозможна. Например, витамин С. В отличие от многих животных организм человека синтезировать витамин С не может. Такое наследство мы получили от наших предков — первобытных обезьян. Они питались свежей растительной пищей, богатой этим витамином, и вырабатывать его

самостоятельно не требовалось. А сегодня люди питаются главным образом пищей, подвергшейся термической (тепловой) обработке, во время которой большая часть витамина C разрушается. Вот и приходится теперь иногда ходить за этим витамином в аптеку.

Выбор пищи — дело серьезное. Среди животных много приверед, узко специализированных видов. Некоторые из них питаются, казалось бы, совершенно несъедобными вещами: сухой древесиной, воском, шерстью,



пухом и птичьими перьями. Есть существа, которые, нарочно не придумаешь, едят не рыбу, а только рыбью чешую. Живет на Земле целая плеяда жуков-навозников, питающихся пометом. При этом жуткие привереды! Жуки, лакомящиеся заячьим пометом, не станут есть коровий, а питающиеся коровьим, не притронутся к лошадиному!

Человек — существо всеядное. Кроме привычки, ему ничего не мешает приспособиться

к любой пище. Пример тому китайцы, которые не знают никаких предубеждений и едят все подряд от медуз до собак и от ласточкиных гнезд до змей. А предубеждения возникают и исчезают. Древние греки не ели лук, считая, что это пища варваров. А энтомологи (ученые, изучающие насекомых) США в 1992 году



закончили свой съезд роскошным банкетом, все блюда на котором были приготовлены из всевозможных насекомых.

ИЗ КАКОГО ВЕДРА ПИТЬ ВОДУ?

Многие вещества, входящие в состав человеческого организма, хотя и находятся в нем в ничтожных количествах, тем не менее нам совершенно необходимы. Не только их

полное отсутствие, но даже небольшое снижение их количества чревато серьезными неприятностями. Недостаточное поступление в организм йода приводит к возникновению базедовой болезни. Дело доходит до того, что в местах, где в почве мало этого элемента, его добавляют в продукты питания, главным образом в пищевую соль.

Недостаточное количество **фтора** предрасполагает к развитию кариеса — болезни зубов. Интересно отметить, что и йод, и фтор несмотря на то, что совершенно необходимы нашему организму, в больших дозах становятся ядами. Вероятно, каждому малышу приходилось сталкиваться с йодом, когда царапинки и ссадины обрабатывались этим препаратом, и он помнит, что эта процедура не доставляет особого удовольствия. Фтор относится к той же группе химических элементов, что и йод, а его действие на организм еще сильнее.



Кальций — очень распространенный химический элемент. Он встречается повсюду. Его очень много в почве. Кальций в избытке содержится в воде большинства рек и колодцев. Лишь вода наших северных рек, Свири и Невы, собирающих стоки моховых болот,

бедна кальцием. Поэтому в ней хорошо мылится мыло, и она не оставляет накипи на внутренних стенках чайников, самоваров и кастрюль. Недаром Екатерина II во время поездки в Париж регулярно получала невскую воду и только ее использовала для мытья, и из нее ей готовили пищу. Однако люди, систематически употребляющие эту мягкую воду, чаще других болеют сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Обо всех необходимых для нас веществах рассказать трудно. Познакомимся лишь с одним из них, с **цинком**.

Около пятидесяти лет назад американские ученые, работавшие в Иране, обнаружили в горах селения, где жили низкорослые люди-карлики. Как выяснилось впоследствии, это происходило из-за того, что в почве тех мест не хватало цинка.

В организме взрослого человека цинка немного — 1,5—2 грамма. Большая часть его находится в мышцах и в волосах. Недостаток цинка в организме приводит к гнездовому выпадению волос на голове, к атеросклерозу — заболеваниям кровеносных сосудов, к смертельно опасным заболеваниям печени, к ее циррозу. От недостатка цинка страдают органы чувств, в первую очередь зрение и обоняние. Цинк входит в состав очень важного гормона инсулина, недостаток которого приводит к возникновению диабета. Видимо, определенную роль в его возникновении играет

недостаточное поступление цинка в человеческий организм. При недостатке цинка замедляется рост детей и их половое развитие. Особенно необходим он мальчикам. Цинка они должны получать в 6—8 раз больше, чем девочки. Именно недостаток цинка приводит к появлению у мальчиков угрей на коже лица и жирной перхоти в волосах.

Цинк, как и другие вещества, мы получаем с пищей. Его много в мясе цыплят и в куриных яйцах, еще больше в черном хлебе, выпекаемом из муки, полученной из цельного зерна. Особенно много цинка в говядине и сырах. Если в обычной пище его не хватает, легче всего ликвидировать недостаток цинка, включив в состав пищи проростки пшеницы, пшеничные отруби и тыквенные семечки. Население некоторых районов Китая, Пакистана и Египта исстари занимается **геофагией** (от греческих слов «гео» — «земля» и «фагос» — «пожиратель»), поеданием земли и глины, интуитивно восполняя недостаток цинка.

Дефицит в организме цинка связан не только с его недостатком в пище. Цинк плохо усваивается. Из 14—15 миллиграммов цинка, которые мы в среднем получаем за сутки с пищей, в организме остается лишь 2,5—4 миллиграмма.

Соли цинка, как и соли большинства других элементов, — яд. Избыток цинка в организме приводит к развитию злокачественных опухолей. Поэтому в оцинкованной посуде



нельзя готовить пищу, не рекомендуется ее использовать и во время еды. В оцинкованных ведрах и тазах нельзя солить грибы и огурцы, нельзя квасить капусту, хранить помидоры, яблоки, виноград. Цинк практически в воде не растворяется, но в любых продуктах может оказаться небольшое количество органических кислот, а иногда и щелочей. При взаимодействии их с цинком образуются его соли. Они легко растворяются в воде и, поступая в наш организм, способны нанести ему непоправимый вред.

МУЧИТЕЛЬНАЯ ЖАЖДА

Во время работы в клетках человеческого организма как источник энергии сжигаются углеводы и жиры. При их полном сгорании образуются два продукта: углекислый газ и вода. **Углекислый газ** вреден для организма, поэтому он сразу же выводится из него, а вода, наоборот, используется на его нужды. Из

1 грамма углеводов образуется 0,56 грамма воды, а из жиров — 1,07 грамма. В теле взрослого человека в сутки синтезируется 300 граммов воды.

Для человека это пустяк, а для некоторых животных такой способ получения воды является единственным. Дрофы-красотки, жаворонки, песчанки, волнистые попугайчики, некоторые мыши и другие грызуны могут подолгу обходиться без воды или вообще никогда не пьют. Они питаются высохшими стеблями травы и семенами растений, которые практически влаги не содержат. Вся необходимая им вода образуется при окислении жиров и углеводов, содержащихся в пище.

Наиболее ценное сырье для производства воды — **жиры**. Их удобнее запасать. Способностью накапливать большие количества жира обладают все обитатели сухих степей и пустынь: змеи и ящерицы, антилопы, жирафы, зебры, львы, страусы... Они откладывают жир в специально предназначенные для этого места, а не под кожу, как принято у северян. Иначе животные гибли бы от перегревания, ведь жир плохо проводит тепло. У верблюдов склады в горбах. Горб у них не для красоты и не для того, чтобы удобнее было ездить на них верхом. Горб болтается на спине, а вся остальная поверхность тела свободна от жира, и верблюду нежарко.

Часто под склад используется хвост. У тушканчиков и песчанок жир откладывается

у основания хвоста. Очень большие запасы жира в хвосте гигантских ящериц — варанов. Еще больше его у курдючных овец. У них по обе стороны хвоста есть по большому выросту — курдюку. Запасы жира велики: у верблюда его может быть 110—120 килограммов, а в бараньих курдюках — 10—11.



Если животное попадает в условия, когда воды взять неоткуда, срочно начинается ее производство из запасенного жира. Верблюд может прожить без воды 45 дней, причем первые 15 он будет нормально «работать» и съедать обычную порцию абсолютно сухого сена — при окислении жира образуется большое количество энергии, которая дает возможность животному обходиться без пищи. Кстати, многих жителей пустыни в неволе, в клетках зоопарка жажда мучает гораздо сильнее, чем в их родных песках. Дело в том, что здесь у них резко сокращено производство воды. На родине им каждый день приходилось выходить на охоту, рыться в песке,

искать дичь или съедобные растения. Для этого необходимо извлекать из пищевых веществ заключенную в них энергию и заодно получать порцию воды. В неволе энергия почти не расходуется, а поэтому не вырабатывается и вода.

ЗУБАСТЫЙ КУСАЧКА

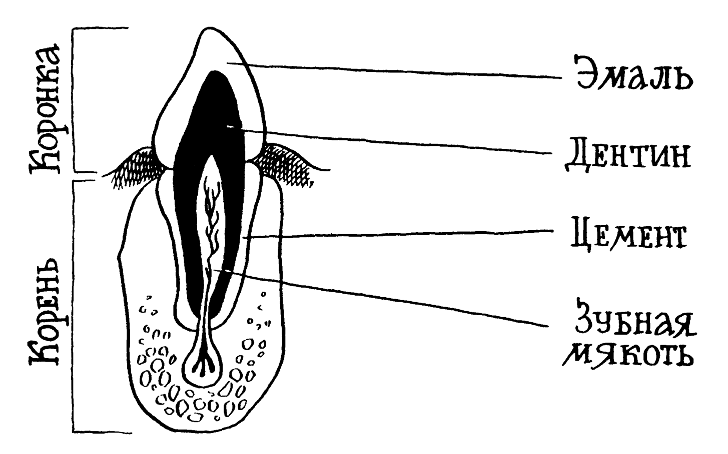
Пищу, которую мы отправляем в желудок, необходимо предварительно обработать. Без этого она не только не сможет перевариться в пищеварительных органах, но некоторые куски просто не пролезут нам в глотку.

Как известно, **зубы** у большинства живых существ расположены в полости рта и предназначены для откусывания, удерживания и разжевывания пищи, они же — своеобразные орудия обороны и нападения. Зубы образованы костным веществом и являются самыми твердыми костями организма.

По форме зубы животных могут сильно отличаться друг от друга. Наиболее простую коническую форму имеют зубы большинства рыб, амфибий и пресмыкающихся и отличаются друг от друга лишь своими размерами. У млекопитающих строение зубов сложнее. У них во рту может находиться четыре вида зубов: резцы, клыки, прекоренные и коренные, их иногда называют малыми и большими коренными зубами. **Резцы** располагаются в самой

середине зубной дуги, сразу за ними справа и слева находятся **клыки**, затем **прекоренные** и, наконец, в глубине рта — **коренные** зубы. Различие в форме зубов связано с существенной разницей в выполняемой ими работе.

Зубы млекопитающих, в том числе человека, состоят из трех **частей: коронки, шейки** и **корня.** Коронка — это та часть зуба, что выступает над поверхностью десны. Корни зубов погружены в костные лунки челюстей.



Шейка — суженная часть зуба — находится между корнем и коронкой. К ее поверхности прочно прирастает десна.

Зуб образован из трех видов костного вещества: эмали, дентина и цемента. Снаружи коронка зуба человека и млекопитающих животных покрыта слоем зубной эмали. Это самое твердое вещество зуба. Особенно толстым слоем эмали покрыты зубы хищных животных, которым приходится разгрызать кости своих

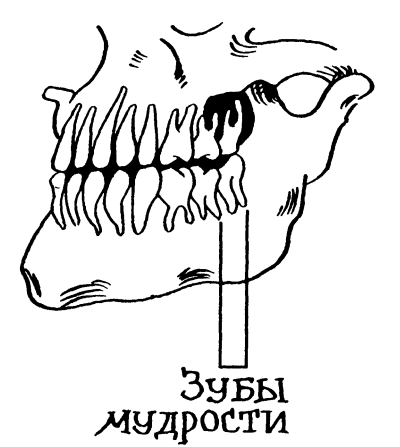
жертв. Основная часть зуба состоит из дентина. Это менее твердая его часть. Цемент — твердое вещество, покрывающее зубы в области шейки. С помощью цемента корни зубов крепятся в костных лунках.

Внутри зуба имеется полость, заполненная зубной мякотью, или пульпой. Она продолжается до кончика зубного корня и заканчивается отверстием. Через него в зуб входят кровеносные сосуды и нервы. Вот почему заболевание зубов и лечебные процедуры стоматологов часто сопровождаются острой болью.

У маленьких детей, у детенышей животных сначала вырастают временные зубы. Их называют молочными, так как раньше думали, что они образуются из того молочка, которым мамы кормят своих детей. В пять-шесть лет временные зубы начинают у детей выпадать, а на их месте вырастают постоянные. У мальчишек смена зубов может затянуться до четырнадцати лет. К счастью для девочек — ведь им так обидно быть похожими на беззубых старушек — эта неприятная процедура обычно заканчивается быстрее.

ЗУБЫ МУДРОСТИ

Зубами мудрости называют третьи большие коренные зубы. Их всего четыре, по одному с каждой стороны обеих челюстей. Свое название они получили за то, что прорезываются



не в детском возрасте, а у взрослых людей в 18—25 лет. Зубы мудрости — самые непостоянные человеческие зубы. Нередко из четырех зубов развиваются только два, причем оба, как правило, находятся на верхней челюсти и гораздо реже на нижней. Довольно часто зубы мудрости не вырастают совсем, но это не освобождает людей с неполным набором зубов от необходимости быть мудрыми.

Форма зубов мудрости очень изменчива. У зубов верхней челюсти бывает и 2, и 3 корня или всего один, сросшийся из двух обычных корней. Корни нижних зубов мудрости тоже частенько срастаются. Не думайте, что эти зубы, название которых заставляет относиться к ним с уважением, обладают какими-то особыми выдающимися качествами или бывают крупнее других. Напротив, зубы мудрости меньше соседних с ними больших коренных зубов, причем верхние коренные зубы крупнее нижних. Так как прорезывание зубов мудрости происходит в то время, когда рост и формирование челюстных костей уже завершено, оно нередко сопровождается воспалением десен или даже воспалением костной ткани.

БОЛТУН

Язык человека, мышечный орган полости рта, без которого зубы не справились бы со своей основной работой по пережевыванию пищи, имеет и другие обязанности. Во время пережевывания язык способствует перемещению пищи от одной группы зубов к другой, растиранию пищевых масс и перемешиванию их со слюной. Затем, когда пища окажется хорошо пережеванной, язык вместе с мышцами мягкого нёба и гортани обеспечивает формирование пищевого комка и его проглатывание. В этот момент язык поднимается кверху и прижимается к мягкому нёбу, изолируя полость рта от носовой полости, что позволяет животным и человеку во время еды дышать, а также является одним из способов предохранения дыхательных органов от попадания туда частичек пищи.

Язык необходим и для сосания. Он начинает принимать участие в пищеварительном процессе задолго до появления зубов, являясь важным органом, обеспечивающим процесс питания новорожденных детей, для которых главной пищей в этот период служит материнское молоко.

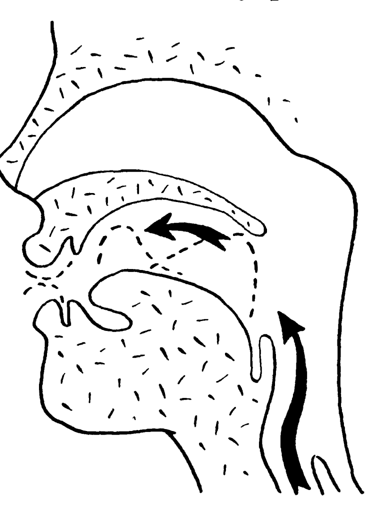
Язык снабжен большим количеством **рецепторов** — чувствительных нервных клеток. Благодаря им мы замечаем присутствие в пище твердых неразжеванных или вообще несъедобных частичек. Поэтому, когда мы

едим без большой спешки, то не проглатываем ничего такого, что могло бы повредить стенки пищевода, желудка или кишечника. Этот контроль за качеством проглатываемой пищи предохраняет органы пищеварения от возможных ран и других повреждений.

Пищу приходится проверять не только на наличие в ней твердых частичек, но и анализировать ее химический состав. Эту функцию также выполняет язык. У человека именно на нем сосредоточена основная масса вкусовых сосочков, контролирующих вкус пищи.

Язык человека выполняет еще одну важную для нас функцию — он принимает участие в формировании звуков речи, обеспечивая ее четкую артикуляцию и формируя тембр.

Настоящий язык бывает только у позвоночных животных. Он впервые появился у рыб, как видоизмененная складка внутренней



Язык принимает участие в формировании звуков речи

оболочки рта. У них язык прикреплен к костям и жабрам, не имеет собственных мышц и вообще с ними непосредственно не связан. Он двигается благодаря движению жабр. Тонкий язык птиц тоже не имеет собственных мышц и приводится в движение мышцами, лежащими за пределами языка.

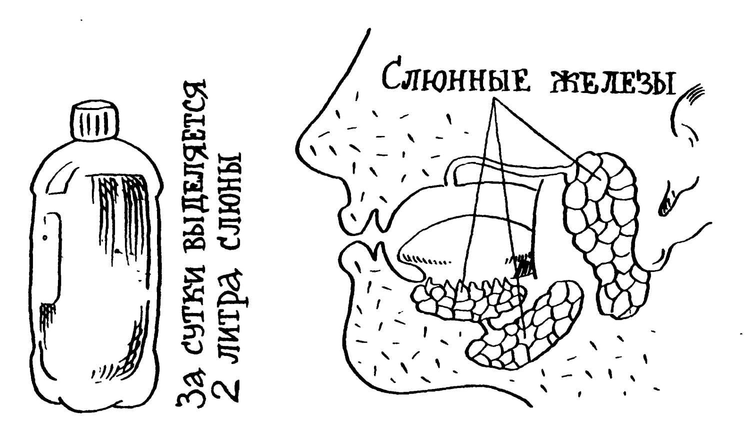
СЛЮНКИ

Зубы вряд ли бы справились со своей основной работой по пережевыванию пищи, если бы им не помогали другие органы ротовой полости, например слюнные железы, вырабатывающие слюни. У человека 6 больших слюнных желез по три с каждой стороны рта — околоушные, подчелюстные и подъязычные и масса крохотных малых желёз. **Слюна** предназначена для смачивания и размягчения пищи. Без этого было бы невозможно сформировать из нее пищевой комок, а затем проглотить его. Если хотите убедиться, насколько необходима нам слюна, проделайте несложный эксперимент. Возьмите чистое полотенце и тщательно досуха протрите язык и полость своего рта, а затем попробуйте разжевать и проглотить сухарик, галету или нежирное печенье вроде крекера и убедитесь, что это невозможно.

Человеческая слюна на 99,5% состоит из воды. Остальные полпроцента — входящие в

слюну органические, в том числе белковые, и минеральные вещества. Такой состав имеет слюна, выделяющаяся из протоков слюнных желёз. В ротовой полости в нее добавляются бактерии и спирохеты, микроскопические грибки, слущивающиеся клетки стенок ротовой полости и лейкоциты — белые кровяные тельца.

Слюна у человека выделяется непрерывно, а не только во время еды, но во время сна медленнее, чем днем. Постоянное выделение слюны — важное свойство. Сухой рот не позволил бы нам говорить. Язык там двигался бы с трудом. Всего за сутки у человека выделяется около 2 литров слюны. Некоторым животным, подолгу пережевывающим пищу, ее требуется гораздо больше. Овцы выделяют в сутки до 4, а коровы до 18 ведер слюны! Откуда ее столько берется? Слюна, выделившаяся в ротовую полость, проглатывается вместе с пищей. Попав в кишечник, она быстро



всасывается в кровь, и эта жидкость многократно используется при синтезе все новых и новых порций слюны.

Кроме помощи в пережевывании и проглатывании пищи у слюны человека много других обязанностей. Она очищает зубы и стенки полости рта от остатков пищи и от бактерий и обеспечивает поступление в зубную эмаль необходимых для ее укрепления веществ: **кальция** и **фосфора**. Кроме того, слюна содержит пищеварительный фермент амилазу, с помощью которой уже во рту начинается процесс переваривания сахаров, крахмала и других углеводов.

У животных слюна находит и другое применение. У ряда насекомых, в том числе у тараканов, пустынной саранчи, а также у пауков, слюнные железы вырабатывают все **ферменты**, необходимые им для переваривания пищи, а у некоторых хищных улиток — серную кислоту, с помощью которой они размягчают



раковины других моллюсков и, проделав в них дырки, съедают владельцев. У насекомых-кровопийц, у комаров, слепней, знаменитой мухи цеце, а также у пиявок, клещей и летучих мышей-вампиров слюна содержит вещества, препятствующие свертыванию выпитой ими крови. Не будь их, кровь в пищеварительном тракте этих существ свернулась бы, закупорив его, и они погибли бы от голода.

У некоторых птиц слюна содержит клейкие вещества, что-то вроде самозатвердевающей пластмассы. При строительстве гнезд птицы с их помощью склеивают былинки, веточки, пух. А один вид стрижей, живущих в Азии, строит свои гнезда из одной слюны. Эти так называемые ласточкины гнезда съедобны и используются для приготовления супов. На Востоке они считаются изысканным деликатесом.

Слюнные железы многих змей синтезируют яды. У гусениц некоторых насекомых слюнные железы преобразовались в прядильные и вырабатывают шелковые нити, из которых они строят свои коконы. Слюнные железы молодых рабочих пчел выделяют богатое белками вещество, получившее название маточного молочка, так как им кормят личинку будущей пчелиной матки, пока она не превратится в пчелу и взрослую матку, когда она откладывает яички. Личинок трутней и рабочих пчел кормят питательным маточным молочком только три первых дня их жизни.

ВОЛШЕБНЫЕ СТЕНКИ

Еще первобытные люди знали, что пища, попавшая в желудок человека и животных, переваривается. Разделывая туши убитых животных, они, конечно, заглядывали и в желудок. Ведь и теперь редкая хозяйка устоит от соблазна узнать, что съела на обед щука и нет ли в курином желудке среди камешков и песка чего-нибудь особенно интересного. Однако о том, как протекает **процесс пищеварения**, ученые выяснили относительно недавно. Оказалось, что съеденная пища переваривается не под действием тепла: в желудке даже самых горячих теплокровных животных температура не поднимается выше 38—43°С. Этого явно недостаточно. Переваривание в желудке и кишечнике происходит под действием пищеварительных соков, в которых содержатся особые вещества — ферменты.

Желудочно-кишечный тракт человека и животных — сложная химическая лаборатория. Поступающая сюда пища измельчается, смешивается с различными пищеварительными соками и постепенно продвигается из одного отдела в другой. В каждом отделе пищевые массы задерживаются ровно столько, сколько необходимо для их обработки, в каждом отделе на них изливаются новые соки, содержащие новые ферменты. По мере переваривания, то есть разложения сложных химических веществ на простые: белков —

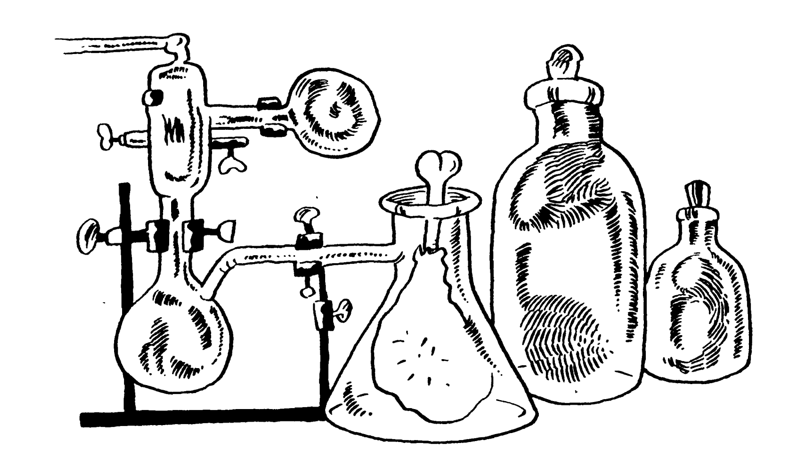
на аминокислоты, жиров — на жирные кислоты и глицерин, углеводов — на простые сахара, происходит их всасывание. То, что не может быть переварено и использовано организмом, выбрасывается.

Огромный вклад в изучение физиологии главных пищеварительных желёз внес великий русский физиолог **И.П. Павлов**. Он сумел разработать целую серию остроумных операций, позволивших, не нарушая пищеварительных процессов, заглянуть внутрь пищеварительных органов и увидеть, что там происходит. За осуществление этих исследований Павлов первым из ученых нашей страны был удостоен Нобелевской премии.

Однако, несмотря на то, что процессы, происходящие в пищеварительных органах были хорошо изучены, повторить процесс переваривания пищи в пробирке, вливая туда последовательно нужные пищеварительные соки, как это происходит у живых организмов, никому не удалось. Пища, конечно, переваривалась и в пробирке, но только очень-очень медленно, намного медленнее, чем в желудочно-кишечном тракте.

Разгадать загадку, почему пища плохо переваривается вне пищеварительного тракта, удалось ленинградскому ученому А.М. Уголеву в созданном еще Павловым институте.

Что же мешает пище быстро перевариваться в пробирке? Новые исследования выявили удивительную вещь: пища, которая касается

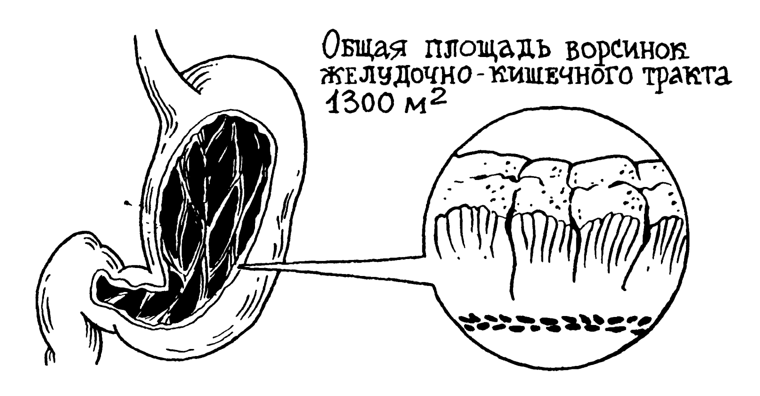


стенок кишечника, переваривается значительно быстрее, чем внутри пищевой массы. Нечто подобное происходит, когда готовят пищу на сковородке: то, что непосредственно касается ее дна и стенок, поджаривается гораздо быстрее. Здесь все понятно, ведь стенки сковородки значительно горячее, чем остальная пища, но почему стенка кишечника ускоряет переваривание, она же совсем не горячая?

Первым делом нужно было выяснить, действительно ли именно стенка кишечника ускоряет переваривание. Чтобы убедиться в этом, проделали следующий несложный опыт. В одну из двух пробирок, содержащих одинаковое количество смеси крахмала и фермента амилазы, расщепляющего крахмал, добавили кусочек кишки. Здесь расщепление крахмала шло значительно быстрее. Значит, действительно стенка кишки ускоряет переваривание пищи. Как же это происходит?

Проделали новый опыт. В пробирку с раствором крахмала на некоторое время положили кусочек кишки. Предполагали, что если в кишке содержатся какие-то вещества, ускоряющие переваривание, они выделятся в пробирку. Подержав кусочек кишки в растворе крахмала достаточно долго, его извлекли и в пробирку добавили порцию фермента амилазы. Пищеварение шло по-прежнему медленно.

Таким образом, оказалось, что переваривать пищу помогают не какие-то дополнительные вещества, выделяемые стенкой кишки, а само устройство кишечной стенки. Ее внутренняя поверхность густо покрыта ворсинками. Они невелики, до 1 миллиметра в длину, но зато их очень много. На одном квадратном миллиметре стенки кишечника их бывает от 12 до 40. Мало того, оболочку ворсинок образуют особые клетки, каждая из которых, подумать страшно, несет на своей поверхности, обращенной в просвет кишки,



до 300 невидимых глазом микроворсинок. Если стенки всех ворсинок и микроворсинок тщательно распрямить и измерить площадь стенки кишечника, где происходит окончательный акт пищеварения и последующее всасывание пищевых веществ в кровь, можно не поверить своим глазам. Она будет равна примерно 1300 квадратным метрам! Сравните эту цифру с площадью вашего школьного класса или с площадью вашей квартиры.

На этой огромной поверхности оседает и удерживается большое количество пищеварительных ферментов. Они воздействуют на пищу, как терки, разрушая большие молекулы пищевых веществ, но, в отличие от зубчиков терки, которые со временем тупятся, ферменты от работы не портятся, никак не изменяются, не покидают кишечную стенку и многократно используются для переваривания все новых порций пищевых веществ.

Пищевые массы, продвигающиеся по кишечнику, как о зубы терки, трутся об осевшие на стенках кишки ферменты и с их помощью быстро перевариваются. Вот почему даже их малые количества могут вызвать заметное увеличение скорости химических реакций. Тогда как молекулы ферментов, находящихся внутри кишечника, продвигаются вместе с остальной пищевой массой и вместе с ее остатками выводятся из организма.

Таким образом, пища переваривается в два этапа. На первом этапе это происходит

внутри пищевой массы, движущейся по желудочно-кишечному тракту. Здесь под влиянием ферментов пищевые комки распадаются на более мелкие и мельчайшие. Основная же тяжесть по перевариванию пищи падает на второй этап, на пристеночное пищеварение. Это выгодно для организма, так как готовые к всасыванию в кровь вещества оказываются именно там, где и происходит всасывание: у самой кишечной стенки, что сильно ускоряет всасывание.

ЧЕМ ПИТАЕТСЯ КОРОВА?

Как известно, в состав растений в большом количестве входит **клетчатка**. Из нее построены все клеточные оболочки. Чтобы использовать клетчатку как питательное вещество и добраться до еще более ценных веществ, заключенных внутри клеток, необходим фермент, способный их переваривать. Как ни странно, пищеварительные железы коровы такого фермента не вырабатывают. Нет его даже у жуков-короедов и всевозможных древоточцев, которые едят только древесину, то есть сплошную клетчатку. Животные, приспособившиеся к грубой растительной пище, перерабатывают ее не сами, а прибегают к помощи огромного количества микроорганизмов, микробов и инфузорий, поселившихся в их желудочно-кишечном тракте.

Лучше всего деятельность такой микробной колонии изучена у коров. Помещается она в особом отделе желудка, называемом рубцом. В одном кубическом сантиметре содержимого рубца живет 15—20 миллиардов микроорганизмов. Они-то и питаются травой, которая поступает в желудок коровы. Поедая ее почти целиком, микроорганизмы прекрасно себя чувствуют на дармовых кормах и неудержимо размножаются. Клетчатка травы идет на создание крахмало- и гликогеноподобных веществ тел микробов, а растительные белки превращаются в микробный белок.

Дальнейшая судьба размножившихся **микроорганизмов** однозначна: они очень легко перевариваются в следующих отделах желудка и кишечника коровы, а многие вещества, созданные ими, например глюкоза, без дальнейшей переработки всасываются в кровь. Микроорганизмы и являются главным источником основных пищевых веществ. Поэтому корову правильнее считать не травоядной, а микробоядной.

Естественно, напрашивается вопрос: раз мы кормим не саму корову, а живущих у нее в рубце микробов, раз мы всего-навсего поставляем сырье на микробную фабрику, нельзя ли естественные корма заменить искусственными? Вопрос отнюдь не праздный.

В обычных кормах, которые скармливаются скоту, содержится маловато белков. Чтобы корова получала необходимую белковую



норму, ей нужно давать сена на одну треть больше, чем требуется клетчатки. В этом случае из поедаемого корма используется весь белок, а треть содержащейся в нем клетчатки остается неиспользованной.

Ученые уже давно ведут поиски заменителей белка. В качестве такого вещества оказалось возможным использовать мочевину и близкие к ней вещества. Использование такой пищевой добавки не является чем-то неожиданным. Мочевина постоянно образуется в организме при переработке белков, но ни человек, ни хищные животные ее использовать не могут: у них нет помощников-микробов. На это способны только жвачные, культивирующие у себя в желудке маленьких «поварят».

Жвачные животные относятся к мочевине бережно. Животные пустынь, обитающие в условиях очень суровой и скудной природы,

постоянно сталкиваясь с острым недостатком воды и пищи, научились утилизировать продукты белкового обмена. У верблюда, когда он голодает, мочевина почти не выделяется почками. Она остается в организме и поступает в желудок, на микробную фабрику, где из нее синтезируется белок.

Наверное, немногие знают, что коровий желудок состоит из четырех отделов: рубца, сетки, книжки и сычуга. Это, конечно, не случайно. Когда корова пасется, вся сорванная ею трава, практически не пережёванная, отправляется в самый большой отдел желудка — в рубец, являющийся бродильным чаном. Здесь пища, смешанная со слюной и обработанная ферментами, сбраживается благодаря стараниям маленьких «поварят».

Набив рубец до отказа, корова или целое коровье стадо, ищет укромное местечко в тени. Здесь, обычно лежа, коровы отрыгивают порции содержимого рубца, тщательно их пережёвывают и отправляют обратно. Постепенно жидкая кашица из рубца переходит в следующие отделы желудка — сетку и книжку, где продолжается переваривание клетчатки, и только попав в последний отдел желудка — сычуг, пища подвергается обработке обычными ферментами.

Для переваривания пищи жвачным животным требуется огромное количество **слюны**. В результате содержимое рубца взрослой коровы может весить до 100 килограммов. Из

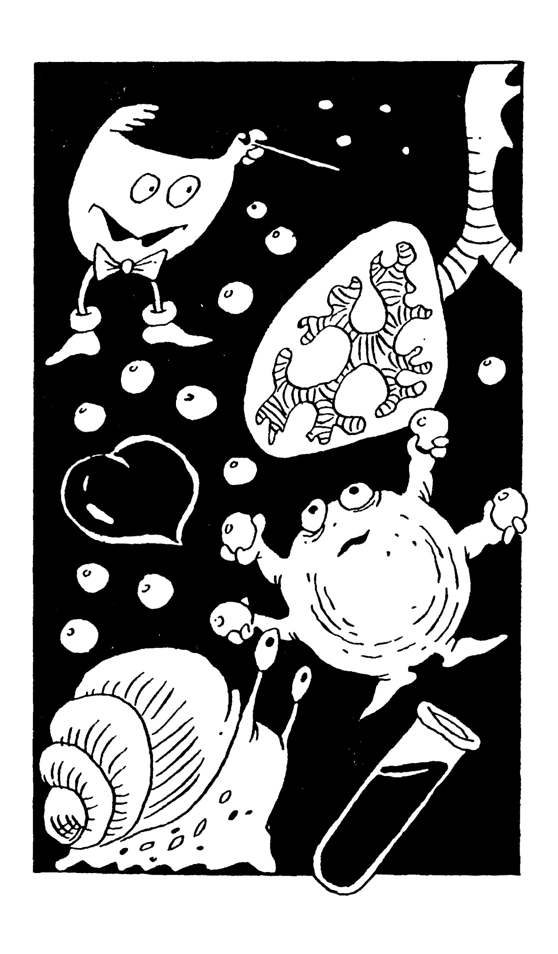
них 2 килограмма весят живущие там маленькие «поварята».

«Поварята» помогают переваривать растительную пищу и другим животным, в том числе бегемотам. Эти гиганты прекрасно чувствуют себя в Африке даже там, где саванны зеленеют лишь короткий срок, один-полтора месяца. В остальное время они поедают жесткую, как проволока, пересохшую траву. На это способен только сложно устроенный желудок бегемота. Он состоит из трех больших и одиннадцати маленьких камер-отделов, где непережеванная пища с помощью микроорганизмов подвергается полному перевариванию. Вот почему взрослому гиганту требуется совсем немного корма — всего 40 килограммов пересохших стеблей грубой травы.

Это помогло во время войны и блокады Ленинградскому зоопарку, несмотря на страшный голод, сохранить свою старенькую бегемотиху Красавицу. Ее кормили распаренными опилками. Если имеешь 14 желудков, можно, оказывается, питаться даже дровами!



«ФОРТОЧКА» И НАСОС НАШЕГО ОРГАНИЗМА



Удивительная новость
Сортировка
В пустоте
Четверорукий растяпа
Насос
Кто его заставляет?
Проблемы доставки
«Упаковка»
«Контейнеры»
«Вооруженная охрана»
«Аварийная служба»

УДИВИТЕЛЬНАЯ НОВОСТЬ

Такие выражения, как легкое дыхание, тяжелое дыхание, нередко встречаются в нашей жизни. Слово **дыхание** входит в состав ряда терминов. Такие словосочетания, как частота дыхания, глубина дыхания, дыхательные движения, дыхательные мышцы, дыхательные органы вы найдете в своем школьном учебнике и в любой научной книге, где речь идет о дыхании. Между тем то, что мы по-русски и на всех европейских языках называем дыханием, на самом деле является начальным процессом транспортировки кислорода, необходимого клеткам нашего тела, и конечным этапом удаления из организма углекислого газа. А дыхание — это процесс окисления в клетках тела живого организма специально предназначенных для этого веществ и внутриклеточное высвобождение энергии, которая расходуется на нужды организма.

Наиболее знакомый нам вид окисления — это **горение**. В процессе горения кислород присоединяется к горючему веществу, то есть окисляет его. При этом выделяется тепловая энергия. Нечто похожее происходит и в клетках нашего тела, и там тоже выделяется тепловая энергия. Благодаря этому теплокровные животные — птицы, млекопитающие, а также человек способны поддерживать температуру своего тела на постоянном уровне, серьезно превышающие температуру окружающей среды.

Нет ничего удивительного в том, что с понятием о дыхании возникла такая неразбериха. Слово дыхание появилось в языках европейских народов несколько тысячелетий назад, а первое научное преставление о дыхании — не больше 150 лет. Теперь уже слишком поздно менять значение этого слова, да это делать и не нужно.

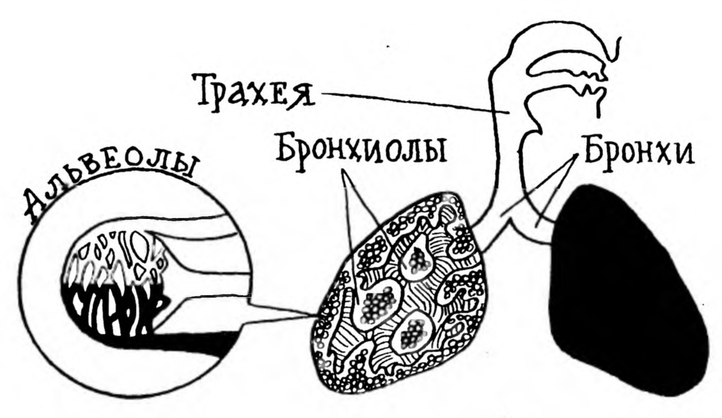
Говорят, например, что квашня — забродившее тесто — задышала, что дышит топкое болото. Ученые понимают, какой смысл в каждом конкретном случае вкладывается в слово дыхание. В научных же трудах настоящее дыхание называют **тканевым**, а транспортировку воздуха в легкие и все, что в них происходит, — **внешним дыханием**. Будем и здесь придерживаться этих понятий.

СОРТИРОВКА

Как известно, дыхательные органы состоят из системы трубок, небольших полостей и особых парных органов — **легких**.

Дыхательная система начинается носовыми проходами, открывающимися в глотку, и с помощью гортани, соединяющейся с трахеей — трубкой, образованной хрящевыми полукольцами. В своей нижней части она делится на два бронха для правого и левого легкого. Эти крупные бронхи, войдя в легкие, делятся на более мелкие, а те, в свою очередь,

еще на меньшие. Самые мелкие — **бронхиолы** — имеют микроскопические размеры и похожи на грозди винограда, так как облеплены такими же микроскопическими пузырьками — **легочными альвеолами**. При вдохе воздух, поступающий через нос по системе все уменьшающихся трубочек, добирается до бронхиол, заполняет легочные альвеолы, а при выходе выдавливается из альвеол и по той же системе, что поступил в легкие, выводится из организма.



Легочные альвеолы густо оплетены кровеносными капиллярами — микроскопически тонкими сосудиками. Стенки альвеол и стенки капилляров такие тоненькие, что кислород из воздуха легочных альвеол практические мгновенно переходит в кровь, а углекислый газ из крови переходит в воздух, заполняющий альвеолы. Выясним, почему это происходит. Почему в кровь переходит именно кислород, а не азот, которого в воздухе в четыре раза

больше, чем кислорода? Почему углекислый газ из крови переходит в воздух альвеол, а не наоборот, ведь он входит и в состав атмосферного воздуха?

Все, наверное, видели, как расплывается в воде цветная капля чернил, а в воздухе — облачко табачного дыма. Как ни малы частички краски или дыма, ведь мы их по отдельности не видим, все-таки они достаточно крупные, значительно крупнее молекул газов или воды. Им трудно расталкивать молекулы воздуха. Вот почему облачко дыма расширяется медленно. Если мы выпустим в воздух облачко водорода, озона, гелия или другого газа, к сожалению, мы его простым глазом не увидим, такое облачко расширилось бы очень быстро и в конце концов исчезло, растворившись в воздухе. Этот самопроизвольный процесс проникновения друг в друга соприкасающихся между собою газов, жидкостей и твердых тел называется **диффузией**.

Теперь давайте вернемся в легкие. При вдохе легочные альвеолы наполняются воздухом, в котором много кислорода, а по оплетающим их капиллярам течет кровь, в которой кислорода почти не осталось. Поэтому молекулы кислорода, беспорядочно двигаясь, легко, в больших количествах и в тысячи раз чаще переходят в кровь, чем возвращаются оттуда в воздух альвеол, и этот процесс происходит до тех пор, пока кровь полностью им не насытится.

А почему вслед за кислородом в кровь не устремляются другие газы? Дело в том, что с первым вдохом новорожденного ребенка его кровь насыщается не только кислородом, но и азотом, и хотя в легких огромное число молекул этого газа, но и в крови их достаточно, и поэтому они постоянно переходят из воздуха в кровь и обратно, но переходят примерно в одинаковых количествах.

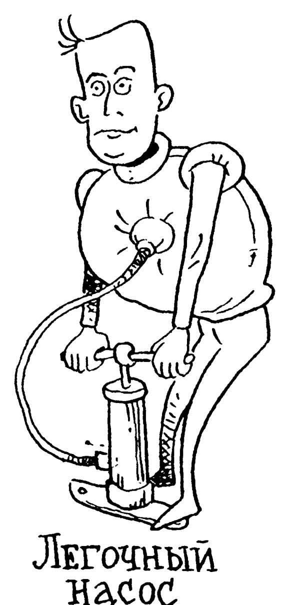
Углекислый газ ведет себя иначе. Его в крови значительно больше, чем в воздухе альвеол, поэтому сюда его молекулы переходят в больших количествах, но очень скоро количество молекул углекислого газа в крови уменьшается, и число его молекул, переходящих в альвеолы, уравнивается с количеством молекул, переходящих из воздуха в кровь. А в тканях тела происходит обратный процесс. Кровь, которая добралась до тонюсеньких капилляров, содержит много кислорода, а в окружающих их тканях кислорода практически нет. Вот почему он туда выталкивается. Зато углекислого газа, который беспрерывно образуется в тканях тела в процессе их жизнедеятельности, гораздо больше, чем в крови, вот почему он переходит в кровь.

Итак, кто же занимается в альвеолах легких сортировкой молекул газов воздуха и выбирает из них молекулы кислорода для перехода их в кровь? Кто выбирает из газов, растворенных в крови, молекулы кислорода и заставляет их переходить в окружающие ткани?

Ответ ясен: никто. Этот процесс согласно законам физики осуществляется благодаря диффузии полностью автоматически.

В ПУСТОТЕ

Для того чтобы воздух поступал в легкие и заполнял альвеолы, а потом удалялся из них, нужен **насос**. И такой насос действительно существует. Присмотритесь к человеку, пробежавшему стометровку. У него вздымается грудь, работают мышцы живота. Это детали легочного насоса. Он имеет два рабочих элемента. Главным элементом этого насоса является **диафрагма**, большая плоская мышца, которая делит полость человеческого тела на две самостоятельные полости, отделяя органы грудной клетки от органов живота. Поэтому ее называют еще грудобрюшной преградой. В спокойном состоянии она имеет куполообразную форму вершиной вверх, а когда напрягается, становится плоской и оттесняет вниз органы живота. При этом объем грудной полости увеличивается.



Второй рабочий элемент легочного насоса — **межрёберные мышцы**. Напрягаясь, они подтягивают ребра вверх, что тоже приводит к небольшому увеличению объема грудной полости. Кажется, с насосом все ясно, но не спешите так думать. Здесь есть удивительный секрет.

По существу, грудная полость разделена на три самостоятельных отдела. В одном находится **сердце**, в каждом из остальных двух — по **лёгкому**. Если мы заглянем в полость, где находится легкое, то увидим, что ее стенки внутри выстланы гладкой, постоянно влажной, а поэтому скользкой оболочкой. Точно такой же оболочкой покрыто легкое. Эта оболочка названа греческим словом «плевра», означающим «стенка», а полость, в которой находится легкое, — плевральной полостью. В ней всегда поддерживается пониженное давление, пониженное по отношению к наружному воздуху.

Легкое заполняет всю отведенную ему полость, но нигде и ничем не соединено с его стенками ни с ребрами, ни с грудобрюшной преградой. Что же заставляет легкое расширяться при вдохе и изгонять находящийся в нем воздух при выдохе?

Секрет легочного насоса заключается в том, что каждая из полостей, где находятся легкие, полностью изолирована от внешнего мира. Ни с самим легким, ни с наружной средой они не сообщаются. Поэтому, когда

диафрагма опускается, а межреберные мышцы поднимают ребра, легочные полости увеличиваются, и легкое оказывается висящим в пустоте, в безвоздушном пространстве, точнее, в полости, давление газов в котором резко понижено. В самом же легком, как и снаружи, воздух находится под определенным давлением. Оно возникает оттого, что воздух имеет определенный вес: 1 литр воздуха весит всего 1,3 грамма. Немного! Но слой воздуха над поверхностью Земли поднимается на много километров. Этот многокилометровый слой газов воздуха давит на каждый квадратный сантиметр поверхности нашего тела с силой в 1 килограмм. Приличная сила, но мы с вами этого давления не ощущаем, так как оно действует на тело равномерно с разных сторон, и под таким же давлением находятся жидкости в клетках нашего организма. Благодаря этой силе воздух и врывается, заталкивается в легкие, добирается до крошечных альвеол, заполняет их и растягивает их стенки, примерно так же, как мы надуваем резиновый воздушный шарик.

При выдохе происходит обратный процесс: ребра опускаются, диафрагма расслабляется, а мышцы живота возвращают оттесненные диафрагмой органы брюшной полости в обычное положение, и объем плевральных полостей, где находятся легкие, уменьшается. Пониженное давление в них несколько выравнивается, эластичные стенки легочных

альвеол сжимаются, выталкивая находящийся там воздух, а стенки полостей слегка сдавливают легкие, помогая быстрее выдавить из них воздух. К сожалению, полностью удалить воздух не удается.

Об этом механизме дыхания следует помнить и при несчастных случаях уметь оказать пострадавшему первую помощь. Иногда дыхание у человека может нарушиться, несмотря на то, что сам легочный насос, казалось бы, работает исправно и само легкое

То же самое происходит, если воздух врывается в легочную полость

находится в отличной форме. Представьте себе такую картину: человек налетел на какой-то острый предмет, который впился в его грудную клетку и пропорол кожу и мышцу. Предмет вошел в тело неглубоко, его легко удалили, кровотечение оказалось несерьезным и было быстро остановлено, мышцы грудной клетки и диафрагма продолжают нормально работать, а человек неизвестно почему начинает задыхаться. Догадались, почему? Оказывается, небольшая и не очень

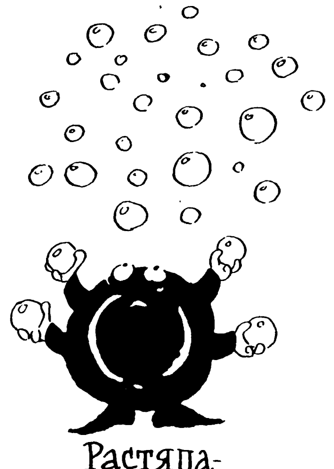
серьезная рана полностью нарушила работу легочного насоса одного из легких. Если полость, где находится легкое, получила сообщение с внешним миром, то при ее расширении в ней не происходит уменьшения давления, так как воздух легко проникает через рану, и теперь ничто не заставляет его врываться в легкие через трахею и заполнять альвеолы.

При оказании пострадавшему первой помощи в этом случае необходимо попытаться прекратить движение воздуха через рану, проникновение его в плевральную полость при вдохе и выдавливание из нее наружу при выдохе. Для этого на рану накладывают не совсем обычную повязку. Для нее необходимо иметь кусочек клеенки, полиэтиленовый пакет или другой материал, не пропускающий воздух. Рану накрывают чистой тканью, а поверх кладут клеенку и крепко ее прибинтовывают. Такая повязка вряд ли полностью восстановит изоляцию легочной полости. При вдохе через рану воздух будет туда засасываться, а при выдохе удаляться из нее наружу, но если повязка уменьшит количество проникающего в легочную полость воздуха, то работа легочного насоса частично восстановится. Конечно, срочная медицинская помощь все равно будет необходима. Ну а если дыхание восстановить не удается, нужно поддерживать жизнь пострадавшего искусственным дыханием рот в рот.

ЧЕТВЕРОРУКИЙ РАСТЯПА

— Почему в легких кислород вступает в связь с гемоглобином, а в тканях тела эта связь нарушается? — задал я вопрос шестикласснице Марине.

Маринка задумалась, но на другой день она явилась ко мне с рисунком. На нем был изображен небольшой, пузатый, одетый в красные штаны и красную рубашку уродец с коротенькими ножками и с четырьмя длинными растопыренными руками. В каждой из них он своими короткими толстыми пальцами удерживал по большому шарику. Масса таких же шариков кружилась в воздухе вокруг человечка.



— Это, — Маринка ткнула пальчиком в живот уродцу, — молекула **гемоглобина.** А эти шарики — молекулы кислорода. В легких молекул кислорода много. Человечек своими длинными руками может дотянуться до любой из них и схватить ее. Но разве такими коротенькими пальцами их удержишь? — Маринка показала мне по очереди все четыре руки своего человечка.

— Растяпа-гемоглобин, — девочка продолжала развивать начатую тему, — постоянно теряет кислородные молекулы, но здесь в легких их так много, что ему не составляет никакого труда сразу же схватить новую. Другое дело — в тканях тела. Там молекул кислорода мало. Когда растяпа в очередной раз теряет здесь одну из них, найти и схватить взамен ей новую ему удается редко.

Девочка закончила свой рассказ и теперь смотрела на меня с видом победительницы.

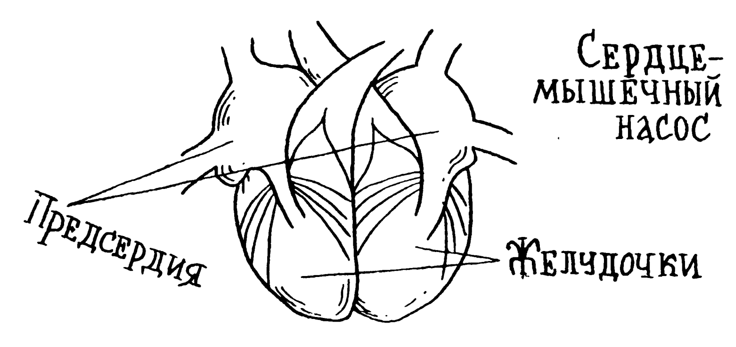
— Ну как, я правильно объяснила?

Я вынужден был признать, что ее аллегория довольно верно отображает процессы поглощения кислорода гемоглобином в легких и последующую его передачу тканям тела. К тому, что придумала Маринка, я мог бы только добавить, что при недостатке кислорода в тканях тела там образуются вещества, которые, переходя в кровь, действуют на гемоглобин, как вино. Растяпа пьянеет, становится еще растяпистее, у него нарушается координация движений, поэтому он теряет способность удерживать молекулы кислорода.

Если перейти на более строгий язык, это явление объясняется тем, что сродство гемоглобина с кислородом, то есть его способность вступать с кислородом в прочную связь, существенно снижается, и молекулы кислорода теряют с ним связь, обретая самостоятельность.

НАСОС

Сердце — это мышечный насос. Мышечный потому, что стенки его состоят из мышечной ткани. Размером оно с кулак взрослого человека и весит от 180 до 300 граммов, причем у женщин сердце, как правило, меньше, чем у мужчин. По своему устройству это полый орган, разделенный на четыре попарно сгруппированных полости. Две из них названы **правым** и **левым предсердиями.**



Именно в них поступает кровь. В левое предсердие сливается кровь, пропущенная через легкие и обогащенная кислородом. В правое предсердие поступает кровь, вернувшаяся из остальных частей тела, отдавшая по пути все свои запасы кислорода и вобравшая в себя максимум углекислого газа.

Каждое из предсердий через специально предназначенное для этого отверстие соединяется с одноименным **желудочком.** Эти отверстия снабжены **клапанами,** которые позволяют крови течь лишь в одном направлении из

предсердий в желудочки. Правый клапан — трехстворчатый, а левый — двухстворчатый. Он назван полулунным, так как состоит из двух створок, в расслабленном состоянии имеющих форму месяца.

Рабочий цикл нашего живого насоса начинается со сжатия (систолы) предсердий, при этом кровь проталкивается в желудочки через открывшиеся под ее напором клапаны. Когда кровь наполнит желудочки, они сокращаются. При этом кровь открывает клапаны в артерии и нагнетается в них. Вслед за сокращением мышц, окружающих внутрисердечные камеры, возникает их расслабление, сначала предсердий, а затем желудочков. Как только мышцы предсердий расслабятся, начинается их заполнение кровью, которая поступает из соответствующих вен. После короткого отдыха наполнившиеся кровью предсердия сокращаются. Начинается очередной сердечный цикл.

У человека на осуществление полного сердечного цикла требуется меньше секунды. За минуту в покое сердце совершает в среднем 75 сокращений, то есть осуществляется 75 сердечных циклов. Частота сердечных сокращений зависит от размера животного и от того, находится оно в покое или занято физически тяжелой деятельностью. Чем крупнее животное, тем медленнее бьется его сердце: у китов оно совершает 15—16 сокращений в 1 минуту, у слонов 22—28, у льва — 40, а у чело-

века 60—80, и каждый раз выбрасывает 70—80 миллилитров крови. За минуту живой насос человека перекачивает 5,5 литров крови, а при сильных нагрузках частота сердечных сокращений увеличивается до 100—130 сокращений в минуту, и за это время оно перекачивает до 11—15 литров крови. Это 6—10 тонн крови в сутки и не меньше 150 000—250 000 тонн за человеческую жизнь.

Такая напряженная работа сердца человека далека от рекорда. У крохотной синички московки, весящей всего каких-то 8 граммов,



сердце в сравнении с человеческим перекачивает совсем немного крови, зато сокращается со скоростью 1200 раз в минуту. Просто невероятно, ведь это 100—150 млн. сокращений за ее короткую семилетнюю жизнь.

Как же крохотное синичье сердечко справляется с такой колоссальной работой? Если детально разобраться в работе сердца, станет ясно, что ничего необычного в его напряженной работе нет. Несмотря на постоянную

напряженность (1200 сокращений синичье сердце делает в покое, а это нешуточная работа!), оно умеет регулярно отдыхать и делает это не хуже человеческого сердца.

Давайте сравним, чье сердце отдыхает лучше, птичье или человечье. У человека предсердия тратят на каждое свое сокращение 0,11—0,14 секунды и после каждого сокращения отдыхает в течение 0,66 секунды, что составляет в сутки всего 3,5—4 часа работы и около 20 часов отдыха. Сокращение желудочков продолжается несколько дольше, около 0,27—0,35 секунды. Следовательно, в сутки желудочки сердца работают 8,5—10,5 и отдыхают 13,5—15,5 часов.

Сердце умудряется отдохнуть и у маленьких птичек. У них оно сокращается гораздо чаще, зато чаще и отдыхает. У синичек-лазоревок при частоте сердца 1000 раз в минуту время сокращения предсердий равняется 0,014 и последующего отдыха 0,046 секунды. Сокращение желудочков осуществляется за 0,024, а их отдых длится 0,036 секунды. Таким образом, предсердия работают всего 5 часов 40 минут и отдыхают 18 часов 20 минут, а работа желудочков длится 9 часов 36 минут и отдых — 14 часов 24 минуты. Ничуть не хуже, чем у человека.

Чтобы справляться с такой колоссальной нагрузкой, какая выпала на долю сердца, одного отдыха мало. Нужно еще хорошо питаться и получать достаточно кислорода. Поэтому

у высших животных и человека сердце имеет очень мощную кровеносную систему и наряду с мозгом снабжается всем необходимым, причем снабжается в первоочередном порядке, частенько даже в ущерб другим важным органам нашего тела.

КТО ЕГО ЗАСТАВЛЯЕТ?

Сердце работает всю нашу жизнь, сокращение за сокращением, днем и ночью, в жару и мороз. Работает без отпусков, без перерывов на обед, не приостанавливая свою деятельность ни на минуту. В крохотном комочке



клеток у 29-часового зародыша цыпленка уже что-то пульсирует, уже гонит куда-то жидкость, которую кровью считать еще нельзя. Кто заставляет сердце сокращаться? Кто приказал сердцу куриного эмбриона начать работу? У него ведь еще нет даже и намека на мозг, который позже берет бразды правления над организмом.

Оказывается, даже у взрослых животных сердце хотя и подчиняется командам мозга об изменении характера работы, замедляя, или, наоборот, ускоряя свой ритм, но может вполне обходиться и без них. Говоря фигурально, наше сердце работает по собственной инициативе, особенность, которую мы как-то не ценим.

Сердце такой труженик, что просто не может не работать. Волокна сердечной мышцы, как и клетки любого органа или ткани, можно выращивать в искусственных условиях на специальных питательных средах. При этом волокна сердечной мышцы эмбриона, даже находясь в пробирке, ритмически сокращаются, не ожидая ничьих указаний, и просто не в состоянии жить, не сокращаясь. Так же будет себя вести и взрослое сердце животного, вынутое из грудной клетки и лишенное всех связей с нервной системой.

Без верховного командования слаженной работы все же идти не может. Если бы каждое мышечное волокно сокращалось, когда ему заблагорассудится, общее сокращение могло бы произойти лишь случайно. Так в действительности и бывает в самые ранние периоды жизни зародышей, пока у них еще не сформировался командный пункт. Пока этого не произойдет, у крысиного эмбриона отдельные участки сердца сокращаются независимо друг от друга. У человека командный пункт находится в правом предсердии, неда-



леко от впадения в него вены. Он состоит из специализированных мышечных клеток, обладающих способностью работать автоматически. Они и задают ритм работе сердца, заставляют мышцы предсердий сокращаться и передавать свое возбуждение вторичному узлу, находящемуся в межпредсердной перегородке. От него возбуждение бежит по двум пучкам особых мышечных волокон, вызывая сокращения мышц желудочков. Благодаря большой скорости распространения возбуждения, которая достигает 5 сантиметров в секунду, все мышечные волокна желудочков сокращаются практически одновременно.

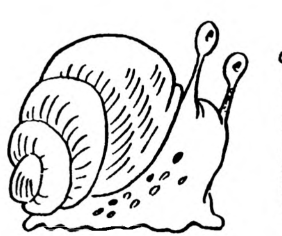
Не следует думать, что ритмоводители сердца работают как им Бог на душу положит. Они постоянно меняют свой ритм в соответствии с нагрузкой, с растяжением мышечных стенок сердца поступающей туда кровью, при изменении температуры крови.

Когда она повышается, а это означает, что организм включился в какую-то работу и обмен веществ усилился, сердечный ритм возрастает, чтобы обеспечить всем необходимым работающие мышцы. При снижении температуры крови частота сердечного ритма уменьшается.

Хотя сердце способно так регулировать свою работу, чтобы полностью обеспечивать потребности организма, оно охотно подчиняется командам нервных центров продолговатого и спинного мозга, поступающим по специальным нервам. Команды на ускорение и увеличение силы сердечных сокращений передают одни нервы, а о снижении частоты и силы сердечных сокращений — другие. Сердцу могут поступать и химические команды. Одни вещества тормозят работу сердца, другие ее усиливают. Эти вещества давно используются в медицинской практике, позволяя нормализовать нарушенную работу сердца.

ПРОБЛЕМЫ ДОСТАВКИ

Водопроводная сеть больших городов доставляет потребителям огромное количество воды из расчета не менее одного кубометра на каждого его жителя. В отличие от нее, в замкнутой кровеносной системе человека курсирует ничтожное количество крови, примерно 7—10% от веса человеческого тела,





что равняется 5—6 литрам. Это совсем не много. У улиток — брюхоногих моллюсков — вес крови составляет чуть ли не половину веса тела. Впрочем, у многих животных крови гораздо меньше, чем у человека. У рыб ее вес составляет всего 1,5—3,0% от веса их тела. Кому доводилось наблюдать, как разделывают на кухне свежепойманную рыбу, вероятно, обратил внимание на то, что при этом кровотечения не возникает, и поварам не угрожает опасность сильно перепачкаться в рыбьей крови.

Чтобы при таком незначительном количестве крови, каким располагает человек, она успевала снабдить его организм всем необходимым, кровь должна течь в сосудах с высокой скоростью. Насекомые, которые богаты кровью, вернее, жидкостью, которая ее заменяет, могут позволить себе, чтобы эта жидкость, отправленная для снабжения всем необходимым их маленького тела, возвращалась на исходную позицию через 30 или даже

35 минут. Кровь человека успевает обежать его тело всего за 23 секунды, делая за сутки свыше 100 000 оборотов, и это совсем не рекорд. При таком быстром обороте сердце человека, даже соблюдающего покой, перекачивает за 1 минуту около 6 литров крови, а за сутки от 6 до 10 тонн! Представляете, каким тружеником является наше сердце! У небольших животных кровь полный оборот делает значительно быстрее: у собаки за 16, а у кролика за 7,5 секунд.

Хотя **кровь** в организме позвоночных животных и человека движется по замкнутой системе, часть ее все же просачивается сквозь стенки сосудов. Эта убыль пополняется двумя путями. Во-первых, вода и многие важные для организма вещества всасываются в кровь в кишечнике, а во-вторых, та вода, которая понемножку (но зато постоянно!) просачивается из кровеносных сосудов, возвращается обратно в кровь. Сначала она накапливается во внеклеточных пространствах. В это время в нее из клеток тела поступают не нужные им, а подчас и вредные вещества. Эту жидкость собирают специальные мелкие сосудики. Соединяясь между собой, они образуют более крупные, а затем впадают в лимфатические протоки, которые сливают свое содержимое в крупные вены. Эта жидкость, собранная со всего организма, называется лимфой. В лимфатических сосудах, по которым она неторопливо течет к венам, находятся

специальные клапаны, позволяющие ей течь лишь в одном направлении, в направлении вен. Лимфатические сосуды пронизывают все органы человеческого тела. Их нет только в ногтях, в коже, в волосах и в роговице глаза. За сутки в организме взрослого человека образуется 2—4 литра лимфы.

Кровь, предназначенная для снабжения нашего организма, из сердца поступает в самый



крупный сосуд нашего организма — в **аорту**, а оттуда по **артериям**, которые ветвятся и постепенно становятся все тоньше и тоньше, попадает в самые тонюсенькие сосуды — **капилляры** и, пройдя их, переходит в тоненькие **вены**, которые постоянно сливаются, становясь все толще и толще, и наконец возвращается в **сердце**. Трудно сказать, сколько всего в нашем теле артерий и вен. Приблизительные

подсчеты показывают, что если их всех соединить друг с другом, получился бы сосуд длиною около 100 000 километров! Чтобы их все заполнить, количество имеющейся у нас крови было бы недостаточно. Обычно хорошо снабжаются кровью только те органы, которые в данный момент усиленно работают. Вот почему после сытного обеда нас нередко клонит ко сну. В этот период, когда пищеварительные органы должны работать в повышенном режиме и справиться с обедом, значительная часть крови направляется туда, а мозгу ее начинает не хватать. Вот он и намекает на то, что пора бы объявить «тихий час».

Чтобы протолкнуть кровь через цепочки сосудов, сердцу здорового человека приходится усиленно работать, развивая давление в сосудах до 120 миллиметров ртутного столба. Если человек занят тяжелой физической работой или у него больные суженные сосуды, сердцу приходится поднимать давление крови. Необходимость для человека столь высокого давления объясняется тем, что в отличие от большинства животных, у которых так же, как у собак или кошек, и сердце, и головной мозг находятся примерно на одном уровне, голова человека, а значит и его мозг, поднята высоко над сердцем. Мозг необходимо снабжать кровью в первую очередь, и снабжать обильно, не экономя на мозге. Чтобы закачивать кровь туда, наверх, в кровеносных сосудах приходится поддерживать высокое давление.

«УПАКОВКА»

Сколько живых цыплят можно перевезти в товарном железнодорожном вагоне? Сколько из них удается доставить по назначению? Если их выпустить прямо в вагон, то очень немного, и при этом дверь вагона всю дорогу нужно держать закрытой, чтобы цыплята не разбежались. Другое дело, если живой груз распределить по клеткам. Их можно составить пирамидами до потолка, и цыплят поместится гораздо больше, к тому же они по дороге никуда не денутся.

Сходная картина происходит с **кислородом**, который кровь разносит по организму. Просто в крови, тем более в крови теплокровных животных, имеющей температуру +37—40°С кислорода может раствориться совсем немного. Можно ли таким путем обеспечить организм достаточным количеством этого газа? Иногда можно. В морях, омывающих берега Антарктиды, обитают удивительные рыбы-**белокровки**. Они отказались от дорогостоящей «упаковки» и наладили доставку кислорода непосредственно плазмой крови. Живут эти рыбы в очень холодной воде с температурой от –2 до +2°С. Пресная вода в лужах, прудах и озерах при температуре –2°С превращается в лед, но в океане вода соленая и поэтому при такой температуре не замерзает.

Белокровки — крупные рыбы длиной до 60—70 сантиметров с голым и полупрозрачным

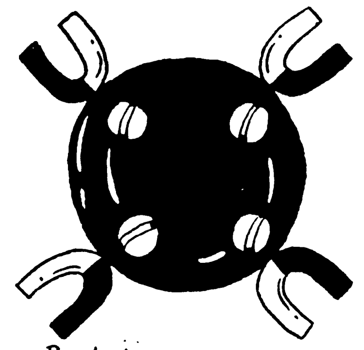
телом. Они не «упаковывают» молекулы кислорода, не завели для этого клетки и ящики, а отсутствие большого вагона компенсируется рекордно большим объемом крови, крупным и сильным сердцем, способным прогнать сквозь сосудистую сеть значительное количество жидкости.

Благодаря низкой температуре тела рыб и окружающей воды в их крови может раствориться достаточное количество кислорода, достаточное, потому что у рыб, живущих в природном холодильнике, процессы обмена веществ текут медленно, вяло, и поэтому кислорода им требуется гораздо меньше, чем теплокровным животным. Среди мелких обитателей океана, таких, как черви и моллюски, многие довольствуются тем количеством кислорода, которое может раствориться в их крови или проникнуть в их тело прямо через наружные покровы, а потом добраться до каждой клеточки их организма.

Большинство животных научилось более компактно «упаковывать» молекулы кислорода и в упакованном виде доставлять их к месту назначения. «Упаковочным материалом» для человека и высших животных служит железосодержащий белок **гемоглобин**. В состав молекулы гемоглобина входит 4 атома железа. Оказывается, в крови любого человека должно быть много железа.

Атомы железа в большой молекуле гемоглобина используются как стыковочные узлы

космической станции, с которой стыкуются прибывающие на станцию космические корабли. К каждому атому железа пристыковывается по одной молекуле кислорода. Присоединившись к гемоглобину, кислород создает новое вещество, которое называют **оксигемоглобином**, и при этом молекулы кислорода как бы исчезают. На их месте в крови могут раствориться 4 новые молекулы кислорода. С помощью гемоглобина кровь человека может унести в 70 раз больше кислорода, чем его растворено в крови.



В состав молекулы гемоглобина входят 4 атома железа

Гемоглобин имеет красный цвет, его придают ему атомы железа. Высшие животные для переноса кислорода используют и другие железосодержащие белки, их кровь тоже имеет красный цвет. Моллюски и высшие ракообразные — креветки, лангусты, омары — используют для этой цели медьсодержащий белок **гемоцианин**. Два атома меди этого белка способны удержать одну молекулу кислорода. Немного, но все же лучше, чем совсем ничего. С помощью гемоцианина кровь переносит кислорода больше, чем смогла бы перенести без него.



Гемоцианин, к которому присоединилась молекула кислорода, имеет синий цвет. Это он придает крови ракообразных благородный голубой оттенок. Голубую кровь имеют именно они, а не испанские гранды, которые некогда кичились своим происхождением и тем, что якобы имеют необычную голубую кровь. В эпоху средневековья им верили, а гранды были обычными выдумщиками и лгунишками.

«КОНТЕЙНЕРЫ»

Если нужно перевезти в другой город десяток стульев, тумбочку для телевизора, обеденный стол и два десятка чемоданов, больших коробок и тюков, никто не станет отправлять столько вещей по отдельности, а

возьмет в аренду контейнер подходящего размера, все туда аккуратно сложит и в таком виде отправит груз по назначению. Так не только удобнее, но и надежнее: ничто в дороге не потеряется и не будет повреждено, как уложил свои вещи в контейнер, в таком виде их и получишь.

Все, что содержится в крови, все, что несет она по сосудам, предназначено для клеток нашего тела. Они отбирают из нее все необходимое им и используют на собственные нужды. Только гемоглобин, с помощью которого переносится кислород, должен быть неприкосновенным. **Гемоглобин** — это белок, а потребность в белках у клеток тела огромна, но им ведь не объяснишь, каким белком пользоваться можно, а какой трогать нельзя. Если гемоглобин будет оседать в тканях тела, разрушаться там и использоваться на их нужды, придется постоянно создавать все новые и новые его порции, иначе транспортировка кислорода станет невозможной.

Чтобы этого не происходило, природа поначалу пошла на создание очень крупных молекул гемоглобина. Такие белки не способны проникать сквозь оболочки клеток, вот почему они подогу сохранялись в крови и могли многократно использоваться. Для высших животных и человека был найден более надежный способ предотвращать расхищение молекул гемоглобина. В их крови гемоглобин не плывет сам по себе, влекомый потоком


Красные кровяные тельца-эритроциты-контейнеры для гемоглобина

крови, а помещен в «контейнеры» — в красные кровяные тельца — **эритроциты**. В таком виде гемоглобин и путешествует по организму. Вот почему молекулы этого вещества у человека невелики. Иметь мелкие молекулы гемоглобина выгодно для организма.

Давайте с цифрами в руках проверим, насколько выгоднее иметь мелкие эритроциты. Предположим, в «контейнер» — эритроцит человека — помещается 100 миллионов крупных молекул гемоглобина. Если каждая из них унесет с собою, как ей и положено, 4 молекулы кислорода, то в «контейнере» должно оказаться 400 миллионов молекул кислорода. На самом деле молекулы гемоглобина у человека не очень крупные. В эритроците их помещается 400 миллионов штук и кислорода они уносят в четыре раза больше — 1600 миллионов молекул. Выгода несомненная.

Размер «контейнеров»-эритроцитов тоже не случаен. Конечно, удобнее иметь большие контейнеры — с ними меньше возни. Правда, проталкивать их сквозь узкие капилляры трудно, а главное, на проникновение в них

молекул кислорода и поиски в их глубине еще не занятых молекул гемоглобина требуется значительно больше времени, чем на поиски свободных молекул в маленьком контейнере. Возникает опасность, что часть молекул гемоглобина окажется незагруженной, ведь кровь очень недолго находится в легких. Вот почему у животных с не очень интенсивным обменом веществ, не испытывающих потребности в получении большого количества кислорода, у протеев, огненных саламандр, гребенчатых тритонов «контейнеры»-эритроциты огромны. Чуть меньше они у жаб, лягушек, ужей и многих ящериц. Зато у животных, живущих высоко в горах, где давление воздуха низко и значит в нем мало кислорода, у коз, козерогов, у кабарги «контейнеры»-эритроциты крохотные. Человек по размерам своих эритроцитов находится где-то посередине, причем ближе к козам, чем к саламандрам и жабам, вот почему люди способны становиться альпинистами и покорять горные вершины. Животные с крупными эритроцитами жить высоко в горах не могут.

Сколько нужно иметь «контейнеров», чтобы обеспечить доставку необходимого количества кислорода? Человеку полагается в каждом кубическом миллиметре крови иметь 5 миллионов эритроцитов. Это значит, что у человека, имеющего в своем распоряжении 5 литров крови, их должно быть 25 000 000 000 000. Сравните человека с другими существами.

У протея в 1 кубическом миллиметре крови находится всего 36 тысяч эритроцитов, а у миноги 130 тысяч, зато у ламы их 13, а у коз даже 18 миллионов!

В погоне за уменьшением объема эритроциты позвоночных животных, которые первоначально имели шарообразную форму, превратились в плоские диски. Так максимально сократился путь молекул кислорода в глубь «контейнера»-эритроцита. У человека, кроме того, в центре диска с обеих сторон есть вдавления, что позволило еще больше сократить путь молекул кислорода, разыскивающих в глубине эритроцита еще свободные молекулы гемоглобина, и увеличить размер его поверхности, через которую они проникают в эритроцит.

Транспортировать гемоглобин в специальной таре очень удобно, но добра без худа не бывает. Эритроцит — живая клетка и сам должен потреблять для своего дыхания немало кислорода. Природа не терпит расточительства и сумела сократить ненужные расходы.

Самая важная часть любой клетки — **ядро**. Если его осторожно удалить, а такие ультрамикроскопические операции ученые умеют делать, то безъядерная клетка, хотя и не гибнет, все же становится нежизнеспособной, утрачивает свои функции и поэтому резко сокращает потребление кислорода. Этот принцип и был использован в процессе совершенствования эритроцитов млекопитающих: они лишились своих ядер. Основная функция

эритроцитов — быть «контейнерами» для гемоглобина, и она при этом не пострадала, а сокращение обмена веществ обеспечило резкое уменьшение расхода кислорода.

«ВООРУЖЕННАЯ ОХРАНА»

Кровь — транспортное средство. Только ее бесперебойная и ничем не осложненная работа гарантирует организму жизнь. Поэтому ее приходится тщательно охранять от проникновения вооруженных «бандитов» и других нежелательных элементов. Передвигаясь по сосудам, кровь в легких и кишечнике почти что непосредственно соприкасается с внешней средой. И легкие, и особенно кишечник, бесспорно, — самые грязные места в организме. Вирусам и микробам здесь очень легко проникать в кровь. Да и почему бы им к этому не стремиться. Кровь — чудесная питательная среда. Если не поставить тут же, при входе, бдительных и неумолимых стражей, дорога жизни организма стала бы дорогой его смерти.

Стражи тела нашлись без труда. Ими стали **лейкоциты** — белые клетки крови. Это подвижные клетки, похожие на обычных амеб, способные не только плавать, но и ползать по поверхности любых тел и проникать в любые микроскопические отверстия или щели. Лейкоциты — самые крупные клетки

человеческой крови. Многие из них в 2-3 раза крупнее красных кровяных телец — эритроцитов.

Чтобы успешно бороться с патогенными микробами, необходимо очень много лейкоцитов. Организм производит их в огромных количествах, так как продолжительность их жизни вряд ли велика. Ведь лейкоциты — «солдаты» и, видимо, никогда не доживают до старости, а гибнут на войне, в схватках за наше здоровье. Вероятно, поэтому точно установить продолжительность жизни белых кровяных клеток не удается. Одни ученые утверждают, что век лейкоцита всего 23 минуты, другие считают, что они способны прожить 15 дней. Более точно удалось установить лишь век **лимфоцитов** — одной из разновидности крохотных «санитаров». Он равняется 10—12 часам, то есть за сутки организм человека не менее двух раз полностью обновляет состав лимфоцитов.

Лейкоциты при необходимости легко покидают кровь и углубляются в ткани тела навстречу проникшим туда микроорганизмам. Пожирая опасных для человека микробов, «солдаты» организма отравляются их сильнодействующими ядами и массами гибнут, но не сдаются. Волна за волной сплошной стеной идут они на болезнетворный очаг, пока сопротивление врагов не будет сломлено и их не уничтожат. Каждый лейкоцит способен «проглотить» до 20 микроорганизмов.



Врагов приходится уничтожать не только в глубинах организма, с ними необходимо вести борьбу и на поверхности нашего тела. Недаром лейкоциты массами выползают на поверхность слизистых оболочек, на деснах и языке, в глотке, трахее, бронхах и бронхиолах, где всегда много микроорганизмов. Только в ротовую полость человека ежеминутно вылезает до 250 тысяч лейкоцитов. Это смертники. Обратно в организм они уже не вернутся. Здесь на «боевом посту» гибнет в течение суток значительная часть наших лейкоцитов.

«АВАРИЙНАЯ СЛУЖБА»

Любые трубопроводы, трубы воздушной почты, водопровод, трубы, по которым подается газ, нефтепроводы, в общем, все-все подобные виды доставки жидких и газообразных веществ снабжаются манометрами — приборчиками, показывающими величину давления внутри системы. В кровеносной системе

любого организма тоже имеются чувствительные клетки, находящиеся в важнейших участках артериальной сети. Они предназначены для определения внутри кровеносных сосудов давления и информирования мозга о его величине. Для благополучия организма важно, чтобы давление в кровеносной системе не опускалось ниже дозволенного, иначе снабжение кровью многих органов нарушится, и не поднялось слишком высоко, чтобы не произошло разрыва кровеносного сосуда. При малейшем отклонении от нормы сигналы тревоги немедленно передаются в мозг, и он дает команду сердцу усилить или наоборот ослабить его работу, а тонким артериальным сосудам — сжаться или увеличить свой просвет, чтобы усилить или сократить поступление крови к определенным органам тела, кровоснабжение которых нарушилось.

Как ни внимательно следят чувствительные клетки за состоянием кровяного давления, всегда возможна авария. Еще чаще беда приходит со стороны. Любая, даже самая незначительная, рана разрушит сотни, тысячи сосудов, и через эти пробоины сейчас же хлынет кровь. Неудивительно, что для обеспечения бесперебойной работы кровеносной системы она имеет отличную аварийно-спасательную службу. В ее состав входит несколько специализированных бригад.

Первая бригада предназначена для ликвидации прорывов. У примитивных животных

эта бригада работает не очень оперативно и не очень квалифицированно. Для этих существ природа предусмотрела возможность значительного уменьшения количества жидкости, циркулирующей в их кровеносной сети. Крупный жук легко перенесет потерю половины жидкости, которая у него заменяет кровь, а для человека потеря 30% крови смертельна.

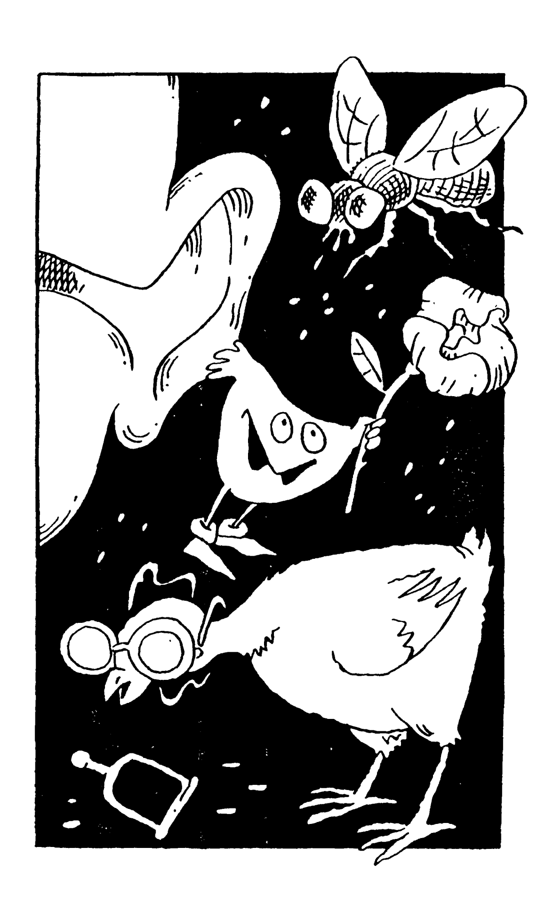
Если судно в море получает пробоину, команда старается заткнуть образовавшуюся дыру любым подсобным материалом. Природа в изобилии снабдила кровь собственными заплатками. Под заплатки используются веретенообразные клетки крови — **тромбоциты**. По своим размерам они ничтожно малы, всего 2—4 микрона. Заткнуть такой крохотной затычкой сколько-нибудь значительную дыру было бы невозможно, если бы тромбоциты не обладали способностью слипаться под воздействием особого фермента, которым природа щедро снабдила ткани, окружающие



сосуды, кожу и другие места, больше всего подверженные травмам. При малейшем повреждении тканей этот фермент обретает самостоятельность, смешивается с кровью, и тромбоциты немедленно начинают слипаться, образуя комочки, а кровь несет для них все новые порции строительного материала, ведь в каждом ее кубическом миллиметре их содержится 150—400.

Сами по себе тромбоциты большой пробки образовать не могут. Затычка получается благодаря образованию в крови нитей особого белка — **фибрина.** Он под действием фермента тромбина (от слова «тромб») моментально синтезируется из веществ, постоянно находящихся в крови. В образовавшейся из волокон фибрина сети застревают комочки слипшихся тромбоцитов, а также красные и белые клетки крови. Значительная пробка образуется в считанные минуты. Если поврежден не очень крупный кровеносный сосуд и давление крови в нем не настолько велико, чтобы вытолкнуть пробку, утечка будет ликвидирована.

НОВОСТИ ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА



Удивительная антенна
Окна в мир
Как мы видим то, что видим?
Море звуков
Ушки на макушке
Какое из ушей среднее?
Понюхай, чем пахнет!
Секреты обоняния
Гурманы и дегустаторы
Лакомки

УДИВИТЕЛЬНАЯ АНТЕННА

Целый день в наш мозг по бесчисленным каналам связи — нервным клеткам — поступает информация. В слуховом нерве 30 000 проводов-волокон, в зрительном нерве их еще больше, около 900 000. Объем информации, поступающей ежесекундно в мозг, огромен. Организм человека и животных обладает множеством самых разных приемных устройств, каждое из которых способно воспринимать лишь определенный вид информации.

Сколько же каналов связи у организма? Сколько способов извлечение информации ему известно?

Приемные устройства для извлечения информации, или рецепторы, в обыденной, жизни принято называть органами чувств. Их много. Специалисты называют шесть основных: **зрение, слух, органы равновесия, вкус, обоняние** и **кожную чувствительность.**

Сходство между рецепторными клетками различных органов чувств, конечно, не полное. Есть и серьезные различия. В антеннах зрительных клеток, например, содержится особое вещество, называемое зрительным пурпуром, которое изменяется под действием света. Благодаря этой фотохимической (светохимической) реакции рецепторная клетка возбуждается, то есть реагирует на свет, воспринимает его. В рецепторных клетках других органов чувств пурпура нет. С помощью

каких веществ они воспринимают раздражители, ученым пока не известно.

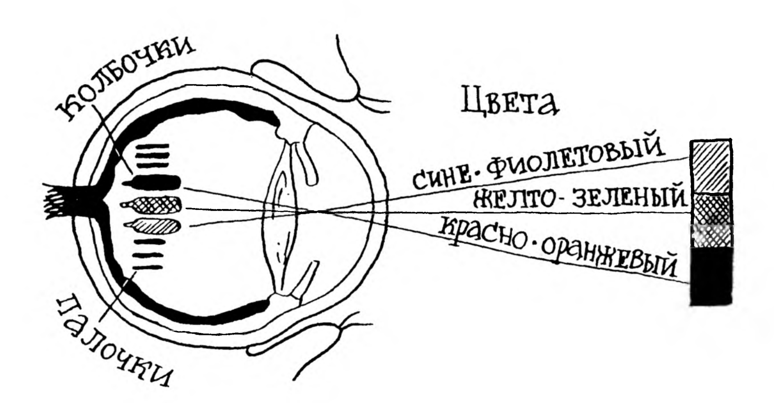
Почему так много сходства в строении различных рецепторных клеток, сказать трудно. Видимо, их конструкция оказалась очень удачной, поэтому природа, создавая самые разнообразные органы чувств, и использовала оправдавшие себя типовые, стандартные детали.

С момента зарождения жизни на Земле прошли миллиарды лет, животный мир на нашей планете проделал огромный путь развития от примитивных одноклеточных существ, почти не воспринимающих раздражения окружающего мира, до современного человека с его многочисленными, очень совершенными и чрезвычайно чувствительными рецепторами. Кажется, между человеком и инфузорией не осталось ничего общего. Но нет! Рецепторные клетки человека и птиц, рыб и насекомых, моллюсков и других животных воспринимают окружающий мир, любые его раздражения любыми органами чувств с помощью сходно устроенных подвижных антенн. Даже одноклеточные организмы, такие, как эвглена, и они используют все ту же подвижную антенну. Вот что значит удачная конструкция! Она проходит не только через века и тысячелетия. Для нее не страшны даже миллиарды лет! Живые организмы Земли пронесли подвижную антенну от самого зарождения жизни до наших дней.

ОКНА В МИР

Какие органы чувств наиболее важны для человека? Большинство людей скорее всего назовет **зрение**. Действительно, большую часть информации об окружающем мире человек получает с помощью зрения. То же самое относится к нашим ближайшим родственникам — обезьянам. Для них большое значение имеет также и кинестетический анализатор — способность очень точно оценивать положение различных частей своего тела, их перемещения и нагрузки, которые они при этом испытывают. Без этого лазать по деревьям было бы чрезвычайно опасно. Для собак важнее обоняние и слух, а для рыб — показания органов боковой линии, позволяющие ощущать движения воды.

Глаза, как известно, воспринимают световые волны. У человека они оснащены двумя типами рецепторов — воспринимающих элементов, так называемыми палочками и колбочками. Колбочек в человеческом глазу около 7 миллионов, а палочек значительно больше, около 130 миллионов. В глазу светочувствительные элементы распределены неравномерно: колбочки расположены гуще всего в центральной части зрительного поля. Особенно тесно они сидят в так называемом желтом пятне (оно действительно имеет желтый цвет), которым мы обычно пользуемся, когда читаем или детально рассматриваем какие-нибудь предметы.



Другое назначение колбочек — **цветоощущение**. Среди позвоночных хорошо различают цвета большинство дневных животных, а вот собаки и кошки цвета практически не воспринимают. Кстати, и копытные животные, в том числе быки, вопреки твердо установившемуся мнению о том, что они будто бы не любят красный цвет, на самом деле не могут его отличить от зеленого, синего или даже черного цвета одинаковой с ним насыщенности.

Желтое пятно — важнейший участок глаза. Именно оно дает возможность рассмотреть мельчайшие детали объекта. Это объясняется высокой концентрацией здесь светочувствительных элементов, особенно колбочек, а также тем, что каждая колбочка соединена со своей собственной нервной клеткой. Ей и передает она всю полученную информацию. Палочки такой индивидуальной нервной клетки не имеют и вынуждены группироваться целыми компаниями вокруг одной общей нервной клетки. Благодаря этому, когда свет

попадает на две колбочки, мы видим световые точки. Если те же две световые точки осветят две палочки, то наш мозг увидит, что их две только в том случае, когда они попадут на светочувствительные элементы из разных компаний палочек. Другое дело, когда освещены две палочки из одной компании, тогда глаз увидит всего одну световую точку.

Кроме желтого пятна, колбочки есть и в остальных участках центральной части зрительного поля, только концентрация их здесь значительно ниже. А на периферии колбочек нет вовсе. Там находятся только палочки — световоспринимающие элементы более высокой чувствительности. Так как несколько палочек посылают свою информацию в одну и ту же нервную клетку, они даже в сумерки, когда каждая из них недостаточно сильно возбуждена, общими усилиями смогут возбудить свою нервную клетку, и глаз все-таки что-то увидит, тогда как колбочки, адресующиеся только к своей личной нервной клетке, нередко в одиночку возбудить их не в состоянии.

К помощи палочек мы прибегаем в сумерках, когда колбочки становятся просто помехой. Мы могли бы видеть ночью гораздо лучше, если бы не привычка фокусировать изображение на желтом пятне. Поэтому в сумерках мы четче видим предметы, изображение которых падает на боковые части зрительного поля, а это происходит, когда мы не смотрим на предмет, который случайно увидели.

Кроме желтого поля, недалеко от него расположено второе пятно — **слепое.** Здесь сквозь оболочки глаза выходят наружу волокна зрительного нерва. На этом участке совсем нет светочувствительных элементов, и пятно ни в дневном, ни в ночном зрении никакого участия не принимает. Удивительно, что мы совершенно не замечаем в собственном поле зрения довольно большой дырки. Это происходит потому, что мы смотрим на мир двумя глазами, и на слепые пятна каждого из глаз попадают различные участки изображения. Кроме того, при рассматривании какого-либо предмета наш глаз не остается неподвижным, а скользит по контурам и наиболее существенным местам рассматриваемого предмета, и к тому же совершает еще мелкие дрожательные движения. Изображение предмета очень быстро перемещается по сетчатке, и это дает нам возможность видеть все его части.

Очень интересная особенность глаз позвоночных, от амфибий до человека, состоит в том, что при пристальном рассматривании неподвижным глазом неподвижного предмета он может быть виден лишь в течение очень короткого времени, а потом глаз перестает его замечать, пока тот не шелохнется или не дрогнет сам глаз. Ученые сумели это понять довольно давно, а вот подтвердить свою догадку им долго не удавалось. Сделать это было нелегко, поскольку человеческий глаз, кроме значительных поисковых движений,

постоянно дрожит, совершая крохотные колебания. Все же ученым удалось найти остроумный способ для экспериментального изучения этого вопроса. Сделать глаз неподвижным очень трудно, поэтому предметик, который предстояло рассматривать, прикрепили непосредственно к глазному яблоку. Благодаря этому, как бы глаз ни двигался, изображение предмета попадало на одно и то же место сетчатки. Исследование подтвердило, что неподвижного предмета глаз не видит!

Чувствительные клетки органов чувств обладают интересной особенностью: ощущения, вызванные каким-нибудь раздражителем, исчезают не сразу после прекращения их действия. Благодаря этому мы не видим отдельные световые вспышки, если они следуют с частотой 16—18 в секунду. В этом случае нам кажется, что лампочка просто зажглась и горит. Эти свойства зрения позволили создать кино. Благодаря тому, что во время демонстрации



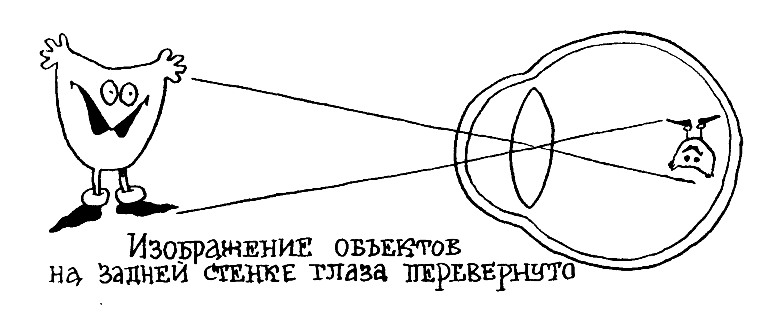
кинофильма отдельные кадры-диапозитивы проецируются на экран с частотой 24 в секунду, мы видим непрерывное изображение, и у нас возникает иллюзия реальности движений.

КАК МЫ ВИДИМ ТО, ЧТО ВИДИМ?

Глаз — это оптический прибор. По своему устройству он напоминает подзорную трубу, телескоп и фотоаппарат. Эти приборы просты в обращении, но все же, чтобы уверенно ими пользоваться, приходится учиться. С глазами та же история: нужно освоить правила использования глаз и научиться понимать информацию, которую они нам поставляют, то есть, попросту говоря, необходимо научиться смотреть.

Одна из сложностей зрения состоит в том, что световые лучи, проникающие в наш глаз, проходят сквозь крохотную двояковыпуклую линзу — **хрусталик**, и как в таких случаях полагается, преломляются на нем, а поэтому изображение рассматриваемых объектов, сфокусированное на задней стенке глаза (на его светочувствительной поверхности), оказывается перевернутым вверх ногами. Почему же мы видим мир нормальным, какой он есть на самом деле?

Оказывается, наш мозг, сопоставляя показания, получаемые из глаз, с информацией,



идущей от других органов чувств, главным образом от кожных и мышечных рецепторов, еще в раннем детстве привыкает в ней разбираться.

А что будет, если изображение на задней стенке глаза окажется ориентированным правильно? Что увидит наш глаз тогда? Впервые такой опыт поставил на самом себе английский психолог Д. Стрэттон. В первый момент мир показался ему опрокинутым. Однако уже на четвертый день ношения переворачивающего приспособления ученый обнаружил первые признаки того, что мозг начал переучиваться. На пятый день он мог свободно гулять в своем саду, а на седьмой — начал вновь получать удовольствие от красоты окружающего пейзажа.

В процессе переучивания существенную помощь оказывали другие органы чувств. Если воробей молчал, он казался прыгающим по дорожке сада, но как только раздавалось чириканье, Стрэттон замечал, что птица находится на дереве. Экипаж мог восприниматься стоящим вверх колесами, но если он трогался



с места, то обретал правильное положение. Остановившиеся стенные часы воспринимались перевернутыми маятником вверх, но стоило ему прийти в движение, как изображение становилось правильным.

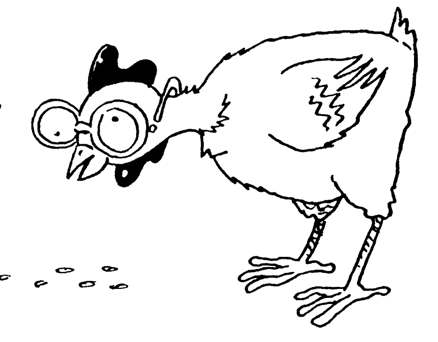
В конечном итоге после нескольких дней ношения очков, переворачивающих изображение, люди начинали видеть окружающий мир правильно и были даже способны водить машину. Чтобы достигнуть этого, нужно было вести активный образ жизни. Специальный эксперимент подтверждает это утверждение. Два человека одновременно надели переворачивающие очки. Один из них свободно передвигался и мог делать все, что хотел. Второй все время находился в кресле на колесиках с заложенными за спиной руками. Ничего делать сам, даже есть и сморкаться,

он не имел права. Возил его, кормил и ухаживал за ним первый испытуемый. Таким образом, находясь все время вместе, они давали примерно равную нагрузку своему зрению, но переучивание произошло только у активного испытуемого. Пассивный не продвинулся в этом направлении ни на шаг.

Оказывается, что приспособиться к перевертывающим очкам, переучиться способен лишь мозг человека. Обезьяны с большим трудом после длительной тренировки несколько свыкались с жизнью в очках, перевертывающих изображение, но их поведение серьезно менялось.

Еще сильнее в подобных случаях страдает зрение низших животных. Легче всего опыты удавались на лягушках. Переворачивающие очки в этом случае не употреблялись. Лягушачий глаз ученые хирургическим путем поворачивали на 180 градусов. Оказалось, что лягушки совершенно не способны пользоваться перевернутыми глазами. Муха, ползущая у ног такой лягушки, казалась ей находящейся наверху. Туда лягушка и направляла выстрел своего языка.

Так же беспомощны бывают куры, если их заставляют носить очки, переворачивающие изображение. Даже небольшое вмешательство полностью нарушает зрительное восприятие. Призмы, надетые на глаза цыплят, сдвигали изображение всего лишь на 7 градусов в сторону, однако малыши, клюя зерна,



всегда промахивались и оставались голодными. Переучиться они так и не смогли.

МОРЕ ЗВУКОВ

Народная поговорка гласит: не каждому слуху верь! И не веришь! Мы живем в хаосе звуков, но на многие ли из них обращаем внимание?

И божественные звуки, которыми мы наслаждаемся, и неприятные для нас шумы и звуки — это всего лишь колебания окружающего нас воздуха. Возникают эти колебания воздуха благодаря колебаниям других объектов: колебания струн музыкальных инструментов, кожаной пленки, натянутой на барабан, голосовых связок в гортани человека... Если молотком ударить по стальной балке или по деревянному столбу, в веществе, из которого состоят эти объекты возникнут невидимые глазом микроскопические колебания. Они и породят звук и, может быть, очень сильный.

Что произойдет, когда мы ударим по стальной балке или по барабану? При ударе поверхность барабана продавится внутрь. То же самое произойдет с поверхностью стальной балки, только размер этого вдавливания будет так мал, что мы его не заметим, а может быть, и сама балка под воздействием удара отклонится в сторону на такую же незначительную величину. В тот момент, когда поверхность барабана или стальной балки отклонилась в сторону, около них образуется пустое пространство, и давление воздуха здесь понизится, но понизится только на короткий миг, так как сдвинутые поверхности возвратятся на прежние места и при этом потеснят находящийся там воздух. В результате у поверхности этих тел теперь возникнет крошечная область повышенного давления.

Поверхности, приведенные в движение ударом, некоторое время будут совершать



7*

колебательные движения. Размер этих колебаний будет понемножку уменьшаться, и наконец они затухнут. Но все время, пока происходят эти колебания, они вызывают сжатие воздуха, повышение его давления и последующее разряжение воздуха и падение его давления. Такие сжатия и разряжения слоя воздуха у поверхности колеблющихся тел вызовут аналогичные же явления в следующем, прилегающем к нему слое воздуха, а тот в свою очередь вызовет их в следующем слое, и так далее. И эти сжатия и разряжения будут стремительно распространяться во все стороны от места своего возникновения, как разбегаются по поверхности воды круговые волны от брошенного на нее камня. Достигнув наших ушей, эти колебания воздушной среды, эти звуковые волны вызовут у нас ощущение звука.

Таким образом, **звук** — это чередующиеся разряжения и сжатия среды. Для нас, существ сухопутных, это, в первую очередь, колебания окружающего нас воздуха.

УШКИ НА МАКУШКЕ

Вспомните фразу, мелькнувшую в стихотворении М.Ю. Лермонтова Бородино: «У наших ушки на макушке!» На самом деле и у русских, и у людей других национальностей уши располагаются не там. Другое дело животные, особенно те из них, что живут в степях

и пустынях, в высокой траве и невысоком кустарнике. В этом случае такое расположение ушей на голове выгодно. Для улавливания звуков уши должны быть подняты как можно выше, туда, где распространению звуков ничто не мешает, где их легче всего уловить.

Местоположение на голове наших ушей объясняется тем, что предки человека, древние человекообразные обезьяны, жили в лесу на деревьях. Там звук мог идти со всех сторон, в том числе и сверху, и снизу, а нахождение их на макушке мешало бы улавливать звуки, идущие с земли. Если бы человек происходил от животных, формирование которых, как, например, ослов, с самого начала происходило на открытых пространствах, то сейчас мы имели бы проблемы с ношением



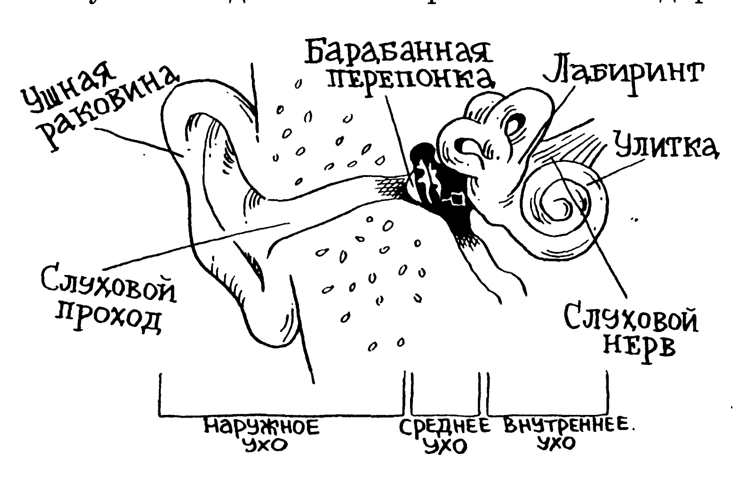
головных уборов: надевать что-нибудь на голову мешали бы торчащие вверх уши, и нам пришлось бы делать в головных уборах прорези для ушей, как поступают на юге с шапочками для лошадей и мулов, предназначенных для предохранения головы животного от солнечных лучей, или подрезать собственные уши, как мы поступаем с ушами наших любимцев — собак определенных пород.

Задача **органов слуха** — определить, что служит источником звуковых волн, где он находится и какими свойствами обладает: неподвижен ли он, а если движется, то в какую сторону и с какой скоростью. Вся эта информация должна быть получена (можно сказать, высосана из пальца) путем анализа упругих волн, распространяющихся в воздухе, воде или в твердых телах: в земле, древесине, в металле...

Работа слуховых органов человека не менее сложна, чем зрительных. Они обязаны уметь оперативно разбираться в длинных потоках сложных звуковых волн, какими является наша обыденная речь. А еще слуховые органы должны уметь улавливать тембр голоса, интонацию, узнавать знакомых людей по голосу. Между прочим, многие животные умеют это делать значительно лучше нас. Малые африканские фламинго узнают по голосу своего птенца среди 50—100 тысяч таких же малышей, всем скопом дожидающихся возвращения своих родителей.

Огромная ценность звуковой информации состоит в том, что пользоваться ею можно там, где зрение бессильно: в густом лесу, в тумане, в мутной воде, в темноте. Немаловажно и то, что звуки распространяются с большой скоростью — значительно быстрее, чем способно передвигаться любое живое существо. Это дает возможность заблаговременно получить достоверные сведения о всех живых созданиях, находящихся еще далеко, значительно раньше, чем с ними состоится личная встреча.

Орган слуха млекопитающих и человека имеет сходное строение и сконструирован достаточно сложно. Первый наш звукоулавливающий прибор — **уши**, правильнее сказать — **ушные раковины.** Они являются устройством, позволяющим улавливать звуки, распространяющиеся из определенной точки пространства, и создавать максимально благоприятные условия для их восприятия. Благодаря



этому прочие звуки, возникающие где-то в стороне, не мешают анализировать и не заглушают заинтересовавший животное звук.

Насколько важны ушные раковины, нас убеждают животные, для которых тонкий слух особенно важен. Летом к нам на север прилетают ушаны — маленькие летучие мыши. Когда ушан спит, его уши сложены в гармошку и спрятаны под крыльями, но если ему вздумается взлететь, он расправляет их, и тогда выясняется, что их размер сопоставим с величиной туловища или существенно больше. Однако было бы ошибочным считать, что большие уши — это всегда приспособление для лучшего улавливания звуков. Огромные ушные раковины слонов и других обитателей степей и пустынь: ушастых ежей, пустынных лисичек — фенеков, тропических зайцев и американского кожаного кролика, чьи уши больше самого зверька, — это охладительные установки, позволяющие им спасаться от перегревания.

Уши большинства животных подвижны. Понаблюдайте, как оперируют своими ушами собаки, лошади, кролики, когда к чему-нибудь прислушиваются. Очень красиво смотрится, как слаженно поворачиваются уши антилоп в сторону заинтересовавшего их звука. Ушные раковины человека практически потеряли подвижность. Их расположение на голове позволяет лучше слышать звуки, идущие спереди. Поэтому, чтобы проанализировать

слабые звуки, нам приходится поворачивать голову в их сторону.

Обычно мы даже не подозреваем, что ушные раковины помогают нам лучше слышать. Однако не думайте, что они нам не нужны или предназначены лишь для того, чтобы носить на них серьги. В действительности же, форма ушных раковин и слухового прохода создают благоприятные условия для восприятия звуков речи и для определения направления звуков. В этом можно убедиться самому. Попробуйте значительно изменить форму ушной раковины — смять ее рукой, и вы сразу почувствуете, что определять направление звуков, особенно слабых, стало труднее. Хрящевые бугорки внутри ушных раковин задерживают распространение звуков. Величина этой задержки меняется в зависимости от того, с какой стороны он приходит. Мозг использует эти задержки, чтобы повысить точность определения местоположения источника звуков.

КАКОЕ ИЗ УШЕЙ СРЕДНЕЕ?

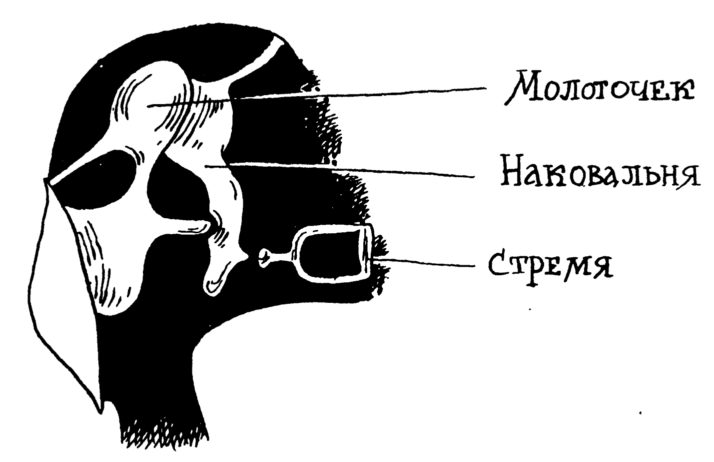
Ушная раковина предназначена для улавливания звуковых волн. Она помогает им проникнуть в слуховой проход и отчасти усиливает звук, так как сама, а также стенки слухового прохода обладают способностью совершать колебания в ответ на колебания определенной частоты. Если органы наружного

уха резонируют, то есть повторяют колебания звуковой волны, давление воздуха в слуховом проходе усиливается и может стать больше давления пришедшей звуковой волны. Это значит, что звук стал громче.

Слуховой проход, обеспечивающий звуковым волнам максимальные удобства для проникновения к воспринимающему аппарату звуковой системы, упирается в барабанную перепонку. Именно здесь кончается наружное ухо и начинается среднее, а барабанная перепонка служит в него дверью. Звуковод — не самая важная часть звуковоспринимающей системы. Звуки могут легко обходиться без специально для них предназначенных дорог, и чем более упругими свойствами обладает среда, в которой они распространяются, тем больше их скорость и тем меньше они теряют энергии. Однако им могут понадобиться «двери», чтобы переходить из одного помещения в другое. На границе двух сред потери энергии огромны. Лишь часть энергии звуковых волн проникнет из воздушной среды в воду. Другая ее часть, нередко более значительная, отразится от ее поверхности. Вот почему наружное ухо наземных животных, представляющее собой воронку, заполненную воздухом, необходимо только потому, что переход звуковых волн из воздуха в кожу затруднен. Иное дело — **барабанная перепонка**: она легко отзывается на приход звуковой волны и совершает колебательные движения с частотой, присущей этой волне.

Полость, находящаяся за барабанной перепонкой со всем что в ней находится, и является **средним ухом**. Она названа так потому, что находится в средней части звуковоспринимающей системы, так сказать, на полпути от наружного воздуха до нервных клеток, которые передают собранную информацию в мозг.

Среднее ухо находится внутри височной кости в заполненной воздухом барабанной полости. Она невелика, не больше 1 квадратного сантиметра и расположена между барабанной перепонкой и костным лабиринтом внутреннего уха. Внутри барабанной полости находятся три крохотные косточки — молоточек, наковальня и стремечко, соединенные между собою суставами. Свое название они получили за сходство с соответствующими предметами. Молоточек своей рукояткой прочно соединен с барабанной перепонкой, а другой его конец образует сустав с наковальней.



Второй сустав наковальня образует с головкой стремечка, а его основание упирается в перепонку овального окна, ведущую в святая святых слуховой системы, во **внутреннее ухо**.

Барабанные косточки среднего уха выполняют важную функцию: они переадресуют колебания барабанной перепонки мембране овального окна, а следовательно, и жидкости, которая заполняет полости внутреннего уха. Эти косточки, соединенные суставами, представляют собою систему рычагов. Благодаря этому амплитуда колебаний мембраны овального окна становится значительно меньше амплитуды колебаний барабанной перепонки, зато их сила возрастает, то есть и здесь происходит усиление волн сжатия и разряжения по сравнению со звуковыми волнами, возникавшими в слуховом проходе. Таким образом, в среднем ухе осуществляется второй этап усиления звуков.

Важным элементом среднего уха является **глоточно-барабанный канал**, больше известный по имени своего первооткрывателя, Б. Евстахия, как евстахиева труба. Канал начинается отверстием на передней стенке барабанной полости и заканчивается отверстием на боковой стенке носоглотки. Он не большой и не широкий: 3-4 сантиметра длиной и 1-2 миллиметра диаметром. Канал выполняет несколько важных функций. Главная из них — вентиляционная, но речь идет не о проветривании, а о выравнивании давления воздуха

между окружающей атмосферой и воздухом барабанной полости.

Каждому, вероятно, приходилось испытать, как у него закладывает уши. Это происходит при подъеме и спуске в лифтах высотных зданий, при взлете и посадке самолетов, у ныряльщиков, опускающихся на глубину нескольких метров, при спуске в глубокую шахту, а у особенно чувствительных людей может даже возникнуть при спуске в глубоко расположенные туннели метрополитена. Иногда при этом в ушах возникает острая боль и даже может произойти разрыв барабанной перепонки.

Неприятные ощущения и боль в ушах возникают потому, что канал забит слизью или не функционирует по какой-то другой причине и поэтому не обеспечивает выравнивания давления между барабанной полостью и окружающей средой. При подъеме в высоту воздух, не имеющий возможности выйти из барабанной полости и не испытывающий должного противодействия из-за падения давления наружного воздуха, с силой давит на барабанную перепонку, вызывая неприятные ощущения или боль. Противоположные явления происходят при спуске самолета. Так как при этом давление наружного воздуха быстро нарастает и, не встречая должного сопротивления со стороны воздуха барабанной полости, с силой давит на барабанную перепонку, растягивая ее и вызывая весь комплекс неприятных ощущений.

Обычно просвет евстахиевой трубы открывается при глотании, вот почему многие водолазы при спуске под воду совершают серию глотательных движений, а пассажирам самолетов раздают леденцы, чтобы вызвать у них непроизвольное проглатывание слюны.

Евстахиева труба используется также для освобождения барабанной полости от просачивающейся туда из окружающих тканей жидкости. Чтобы в ней не заводились микробы, специальные клетки стенок канала вырабаты-



Евстахиева труба выравнивает давление между атмосферой и барабанной полостью

вают вещества, убивающие вредных вторженцев. Это тоже важная функция. У маленьких детей евстахиева труба нередко работает плоховато, что приводит к воспалению среднего уха, неприятному и опасному заболеванию.

Механическая энергия звуковых волн преобразуется в волосковых клетках в нервные импульсы, которые по самому короткому слуховому нерву поступают в мозг и, пройдя сложный путь в структурах мозга, в конце концов добираются до височной коры больших

полушарий, где и осуществляется высший анализ звуков, в том числе сложных звуковых потоков человеческой речи.

ПОНЮХАЙ, ЧЕМ ПАХНЕТ!

В обыденной жизни мы обычно не замечаем, что постоянно пользуемся **обонянием.** Оно кажется нам лишним, необязательным и по сравнению со зрением, слухом и кожной чувствительностью не приносящим нам никакой пользы. Но случись у нас насморк, на несколько дней снизивший обоняние, и пища сразу делается невкусной. Виновато в этом не небольшое повышение температуры и не легкое недомогание, часто сопровождающееся снижением аппетита, а именно нарушение обоняния.

Любой посторонний запах, даже приятный, резко снижает привлекательность любой пищи. Пролейте в щи какие-нибудь духи, даже самые лучшие и дорогие, например



Посторонний запах снижает привлекательность любой пищи

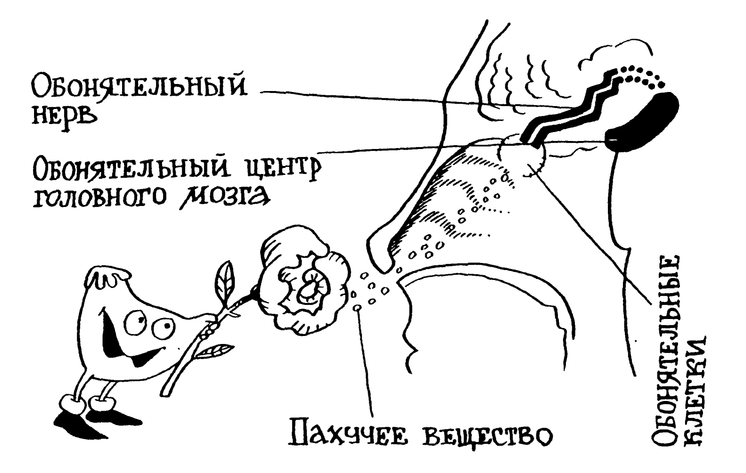
французские «Шанель» или отечественные «Золото скифов», и попробуйте съесть тарелку этих щей. Чтобы испортить аппетит, не обязательно добавлять в пищу пахучие вещества. В помещении, где царит неприятный запах, даже изысканные лакомства в рот не пойдут.

На человеческий вкус, запахи делятся на приятные и очень приятные, на неприятные и практически непереносимые. Интересно, что всем животным нравится их природный запах, и при общении между собой они не стараются его изменить. Только хищники, отправляясь на охоту, стараются перепачкаться в чем-нибудь пахучем, замаскировать каким-нибудь посторонним запахом свой природный. Наверное, каждому приходилось наблюдать, как хорошо воспитанная собака, найдя в парке дохлого воробья или голову сырокопченой рыбы, начинает на них кататься и об них тереться. Хищники это делают для маскировки, чтобы возможная жертва их не учуяла. Манера маскировать свой запах у хищников врожденная, и отучить собаку от этой вредной привычки практически невозможно. Так относятся к своему запаху животные, и только у людей появилась привычка при общении друг с другом маскировать свой природный запах. Для этого изобретены всевозможные одеколоны и духи. А между тем запах молодого, здорового и, надо ли говорить, чистого тела воспринимается нами как очень привлекательный и приятный.

Многие животные, в том числе собаки, обладают непревзойденным обонянием. Мой песик не испытывает ни малейшего затруднения, когда его просят найти из дюжины расставленных на полу тарелок ту, к которой я накануне прикоснулся пальцем, и ни в коем случае не спутает ее с тарелкой, до которой дотронулась моя жена. Собаки по следам прекрасно находят дичь, разыскивают преступников, на таможне обнаруживают тщательно спрятанные наркотики.

А многие ли из вас, ребята, могут похвастаться тем, что с закрытыми глазами отличат по запаху своего братишку от 5-6 его сверстников или определят, что из одежды принадлежит матери, а что отцу?

Как известно, для анализа запахов предназначен нос. На внутренних стенках носовых обонятельных полостей находятся обонятельные клетки. Чувствительность носа в первую очередь зависит от общего количества обонятельных клеток, которыми располагает человек и животные. У людей площадь стенок обонятельной полости равна всего пяти квадратным сантиметрам, на которых расположено около 6 миллионов обонятельных клеток. У собак площадь стенок обонятельных полостей достигает 100 квадратных сантиметров и содержит около 220 миллионов чувствительных клеток. В 35 раз больше! В результате нос собаки в миллион раз чувствительнее человеческого.



Обонятельные клетки человека не обладают высокой чувствительностью. Они способны почувствовать запах и возбудиться, если на клетку будут одновременно действовать не менее 8 молекул пахучего вещества. Только тогда чувствительная клетка начнет посылать информацию в мозг. В свою очередь, мозг ощутит запах, если получит сообщение не менее чем от 40 обонятельных клеток.

Каждая обонятельная клетка человека снабжена одним из 7—14 типов приемных устройств, каждое из которых настроено на восприятие лишь одного типа запахов. 7—14 типов приемников не много, тем не менее обонятельно одаренные люди узнают с их помощью больше 10 тысяч запахов. Кролик, вероятно, располагает 24 типами приемных устройств, а собака 25—35. От количества приемных устройств зависит способность различать и запоминать близкие запахи.

Мизерные обонятельные способности современного горожанина отчасти объясняются плохой тренированностью нашего носа. А вот пигмеи африканских джунглей во время охоты широко пользуются им. Среди промысловых охотников Сибири попадаются люди, способные в кромешной тьме свободно ходить по лесу. Обоняние помогает им ощущать запах древесных стволов и не натыкаться на них в потемках. Слепые от рождения люди обычно обладают утонченным обонянием, тренируя его с раннего детства, что отчасти компенсирует им отсутствие зрения.

СЕКРЕТЫ ОБОНЯНИЯ

Нельзя сказать, что ученых не интересовал вопрос, как различают запах **обонятельные клетки**. Интересовал, но окончательно разобраться в этом вопросе до сих пор не удалось, хотя придумано много теорий, старающихся объяснить секреты взаимодействия обонятельных клеток с пахучими веществами.

В настоящее время большинство ученых считают, что пахучие вещества и чувствительные обонятельные клетки взаимодействуют, как ключ и замок. Видимо, запах любого вещества напрямую не связан с химическими особенностями атомов, из которых состоят молекулы пахучих веществ, а зависит исключительно от размера и формы их молекул, от

распределения на их поверхности электрических зарядов или наличия особых участков. В соответствии с этим на поверхности обонятельных клеток находятся лунки, имеющие форму молекул пахучих веществ. Если молекула пахучего вещества попадает в соответствующую ей лунку и благодаря соответствию своей формы, а также с помощью электрических зарядов или других приспособлений прочно в ней удерживается, обонятельная клетка возбуждается и посылает в мозг сигнал, что ощущает присутствие молекул определенной формы, то есть о том, что уловила определенный запах.

Считается, что подобно тому, как все мыслимые оттенки цвета могут быть получены путем смешения семи основных цветов, так и запахи могут быть составлены из 7—14 первичных запахов: камфорного, мускусного, цветочного, мятного, эфирного, едкого и гнилостного.

Камфорным запахом обладают небольшие шаровидные молекулы, состоящие из 8—30 атомов диаметром 0,000 007 миллиметра.



Молекула самой камфоры, формула которой — $C_{10}H_{16}O$, состоит из 27 атомов: 10 атомов углерода, 16 атомов водорода и 1 атома кислорода.

Молекулы вещества с мускусным запахом имеют форму плоского диска диаметром 0,000 001 миллиметра. У молекул с цветочным запахом — дискообразная головка диаметром 0,000 009 миллиметра и хвостиком толщиною 0,000 004 миллиметра и длиной не меньше 0,000 007 миллиметра, слегка поджатым, как у провинившейся собаки. Поэтому углубление в лунке для хвостика должно быть значительнее, чем для головки.

«Замочная скважина» для веществ с эфирным запахом имеет продолговатую форму. Ее ширина равняется всего 5, глубина 4, а длина 17 десятимиллионным частям миллиметра. Предполагается, что крупные молекулы, имеющие эфирный запах, полностью заполняют лунку, а маленькие укладываются туда по две.

Едкий и гнилостный запахи свойственны очень маленьким молекулам. Молекулы, имеющие едкий запах, несут положительный заряд, а гнилостный — отрицательный заряд. «Ключи» по форме и размеру должны соответствовать «замочной скважине». Слишком маленький «ключ» вывалится раньше, чем клетка почувствует его присутствие, а чересчур большой вообще туда не попадет. Поэтому вещества, состоящие из очень маленьких

молекул, таких, как вода (она состоит из 2 атомов водорода и одного атома кислорода), и из таких больших, как многие белки, состоящие из сотен атомов разных веществ, запаха не имеют.

В молекуле пахучего вещества важно местонахождение заряда, или особой группы атомов. Они должны лечь только на соответствующее устройство «замочной скважины». От этого зависит запах. Молекула, состоящая из 11 атомов углерода, 22 атомов водорода и одного атома кислорода

$$CH_3—CO—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—$$
$$—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$$

(на самом деле, молекула не имеет такой прямой линейной формы) пахнет рутой (рута — небольшое растение, в диком виде растущее в Крыму). Присмотревшись к этой молекуле, нетрудно заметить, что атом кислорода, который двойной связью крепится ко второму слева атому углерода, нетрудно переместить к третьему, четвертому, пятому или шестому атому углерода этой цепной молекулы. Что же при этом произойдет с запахом?

Оказывается, при перемещении атома кислорода к середине молекулы запах руты постепенно убывает, и возникает фруктовый запах. Видимо, существуют разные «замочные скважины» для молекул с кислородом, находящимся в конце и в середине цепочки атомов углерода.

Известно несколько веществ с общей для всех кольцеобразной формой молекул, с коротеньким хвостиком, имеющих одинаковый размер, но собранных из различных атомов и в химическом отношении не имеющих ничего общего, хотя они и обладают запахом миндаля. Замена в кольцевой части молекулы одного из атомов водорода соединением из атомов кислорода, углерода и двух атомов водорода (OCH_2) изменяет их запах на ванильный.

Молекулы многих веществ, строго сохраняя свое химическое строение и состав, могут иметь различную форму.

Две различные формы может иметь молекула вещества, состоящего из 6 атомов углерода, 10 атомов водорода и одного атома кислорода. Упрощенно их форму можно передать следующим образом:

$HC—CH_2—CH_3$	$CH_3—CH_2—CH$
$CH—CH_2—CHO$	$CH—CH_2—CHO$

Их запах не имеет ничего общего.

Сложный запах может создаваться при одновременном действии нескольких различных молекул или благодаря тому, что молекула пахучего вещества действует одновременно разными своими частями на несколько чувствительных участков обонятельной клетки. Крупные молекулы могут одновременно дотягиваться до двух «замочных скважин». Мелкие занимают первую попавшуюся.

ГУРМАНЫ И ДЕГУСТАТОРЫ

Вкус пищи у человека определяет химическая «лаборатория», находящаяся во рту. Она работает в содружестве с обонятельной «лабораторией», определяя качество и привлекательность пищи. Расположение вкусового анализатора именно во рту кажется наиболее удачным, конечно с нашей человеческой точки зрения. Кое-кому это не подходит. У комнатной мухи вкусовой анализатор расположен на лапках. Ей это удобно. Сядет муха на кусочек протухшей колбасы — и ей сразу ясно, что она нашла что-то вкусненькое.

Гамма вкусовых ощущений также создается путем сочетания простых компонентов. Их гораздо меньше, чем обонятельных. Для человека называют 4: сладкое, соленое, кислое,



горькое. Есть животные, способные почувствовать вкус только одного-двух элементов.

У синей мухи вкусовые рецепторы находятся на покрытом волосками хоботке. В основании каждого волоска три чувствительные клетки. Удалось выяснить, что две из



них анализируют вкус, третья служит осязательным рецептором. В микроскоп видно, что одна из обонятельных клеток похожа на букву S, другая имеет форму запятой. Надев на волосок тончайшую капиллярную трубочку, заполненную исследуемым веществом, и регистрируя электрические реакции нервных волокон, ученые подслушали, какие сообщения посылают рецепторы крохотному мушиному мозгу. Оказалось, что S-образная клетка реагирует только на сахар, а вторая — на такие вещества, как соль, кислоты, алкоголь, но ни при каких условиях не отвечает на сахар.

Сахарные рецепторы всех волосков хоботка посылают сигналы в пищевой центр и

запускают его работу. Синяя муха питается сахарами. Остальные вещества, возбуждая второй вкусовой рецептор, затормаживают пищевой центр. Что попало муха есть не будет.

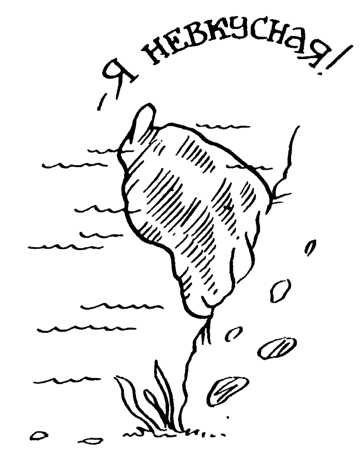
Вкусовые рецепторы мухи реагируют не на химическую природу, а на размер и форму молекул. Такое предположение позволило сделать специальные опыты. Синюю муху кормили четырьмя различными веществами, состоящими из одних и тех же атомов, но соединенных по-разному. Запятообразный рецептор возбуждался тремя из этих веществ, S-образный — четвертым.

Вкусовая «лаборатория» позвоночных, определяя вкус пищи, видимо, пользуется другими принципами: ее интересует химический состав попавших в рот веществ. В этом есть определенный резон. Едоку важно не только получить удовольствие от еды, ему не менее важно знать, съедобна ли и питательна ли пища. Ученые исследовали белки участка языка коровы, который более всего чувствителен к сладкому. Они обнаружили особый белок, легко взаимодействующий и с естественным, и с синтетическим сахаром — с молекулами, сходными с молекулами природных сахаров. Специальная комиссия дегустаторов определила, какое из испытанных веществ является наиболее сладким. Выяснилось, что чем сильнее химическая связь между белками чувствительных вкусовых клеток, тем слаще это вещество казалось дегустаторам.

Позже ученые выделили из области вкусовых бугорков языка коровы еще один белок. Он взаимодействует с молекулами веществ, имеющих горький вкус.

Вкусовая чувствительность человека и животных неодинакова. Для лосей, зайцев, бобров кора молодых осин — непревзойденное лакомство, а для человека она нестерпимо горькая. Приобретая неприятный вкус, многие беззащитные животные и растения спасаются от возможных врагов. В природе этот способ борьбы за существование имеет широкое распространение.

Его, например, используют для обороны примитивные морские животные — асцидии. Они бывают разных размеров — от нескольких миллиметров до полуметра в высоту. Внешне асцидии похожи на мешочек или солдатский кисет, набитый табаком. Ни колючек, ни когтей, ни щупалец они не имеют и обороняться не в состоянии. Конечностей у них тоже нет и удрать от врагов они не могут, так как ведут неподвижный образ жизни, намертво прикрепившись к чему-нибудь твердому. Как же они спасаются от врагов? Что позволяет им выжить?

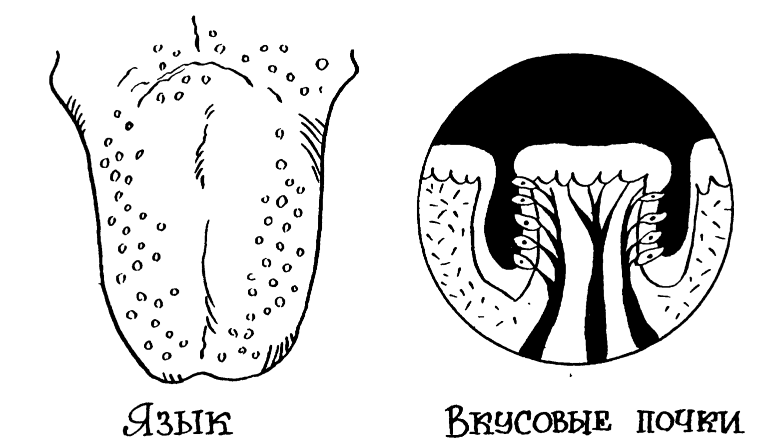


Оказывается, что у асцидий просто нет врагов, так как они приобрели очень кислый вкус, что для морских организмов является большой редкостью. Кроме того, в теле асцидий концентрация редкого в природе вещества ванадия в 500 раз выше, чем в окружающей морской воде. Ванадий тоже делает пищу невкусной, а если он содержится в ней в больших количествах, то и несъедобной. Вот почему асцидий в море никто не обижает!

ЛАКОМКИ

У человека и позвоночных животных анализ вкуса пищевых веществ осуществляется в специальных приемниках — вкусовых почках. Эти крохотные овальные образования находятся у человека на вкусовых сосочках слизистой оболочки языка. В микроскоп видно, что почки, как апельсины из долек, сложены из продолговатых клеток. Часть этих клеток — **вкусовые**. У них на верхнем конце находятся маленькие штифтики, высовывающиеся в полость пор, открывающихся на поверхности языка. Штифтики — аналоги ворсинки, которую положено иметь любой чувствительной клетке. Они и являются приёмниками вкуса.

У взрослого человека вкусовые почки находятся только на языке. Их около 10 тысяч. Каждое из четырех основных вкусовых ощу-



щений возникает лишь в специализированных вкусовых почках. У человека почки, чувствительные к сладкому, находятся главным образом на кончике языка, к кислому — по его краям, к соленому — по краям языка и на его кончике, к горькому — в районе корня языка.

Кажется удивительным, что вся огромная масса вкусовых оттенков строится всего из четырех первичных вкусовых ощущений. Действительно, смешивая в разных пропорциях соль, сахар, уксус и хину (одно из наиболее горьких веществ), нам никогда не удастся воспроизвести вкус телячьей котлетки, шоколадки или грибной солянки. Дело в том, что для наслаждения пищей одних вкусовых ощущений недостаточно. Нужны другие, дополнительные. Одно из главных — **обоняние**. Серьезное значение на вкус пищи оказывает ее температура. Подогретый арбуз



или огурец, остывшее жаркое покажутся невкусными, во всяком случае, вкус их существенно изменится. На самом деле вкус остывшего мяса или подогретого арбуза никак не меняется, ведь их химический состав остается прежним. Все дело в теплоощущении.

Существенное значение имеет осязательное чувство, зависящее от формы, размера и твердости частичек пищи. Кажется, что каша, сваренная жидко и круто, имеет разный вкус. Но это — результат вмешательства осязательного чувства. Экстракт, полученный из круто и жидко сваренной пищи, на вкус неразличим. Кстати, вкус остывшего жаркого также меняется из-за изменения осязательных ощущений. При разжевывании кусочков холодного мяса остывший жир, размазываясь тонюсеньким слоем по языку, нёбу и деснам, вызывает неприятные осязательные ощущения.

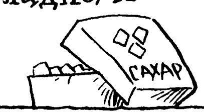
На вкус пищи влияют и ощущения, исходящие от жевательных мышц. Жесткое мясо кажется невкусным из-за дополнительных ощущений, возникающих в жевательных мышцах при возрастании нагрузки. Для восприятия

вкуса пищи важны и болевые ощущения. Острый, жгучий вкус некоторых сортов пищи — результат болевых ощущений. Их вызывают многие приправы: перец, горчица, редька.

Говорят, что о вкусах спорить бесполезно: у каждого существа свои вкусовые пристрастия. Однако больше всего на свете сластён, и не только среди людей. Большинство высших животных — собаки, медведи, слоны, крысы и мыши — сластёны. Для лошади только арбузная корка может показаться бо́льшим лакомством, чем кусок сахара. Но есть животные, совершенно равнодушные к сладкому. В их числе кошки, от льва до домашней мурки.

Человека и животных можно временно лишить способности ощущать вкус пищи. В Средней Азии растет интересное растение — гимнема сильвестра. Если пожевать лист этого растения, полностью исчезнет чувствительность к сладкому, и кусочек сахара покажется совершенно безвкусным. После нескольких листьев перестает восприниматься горечь, и человек не сможет таблетку хинина

Пожевал гимнему сильвестру- и исчезла чувствительность к сладкому





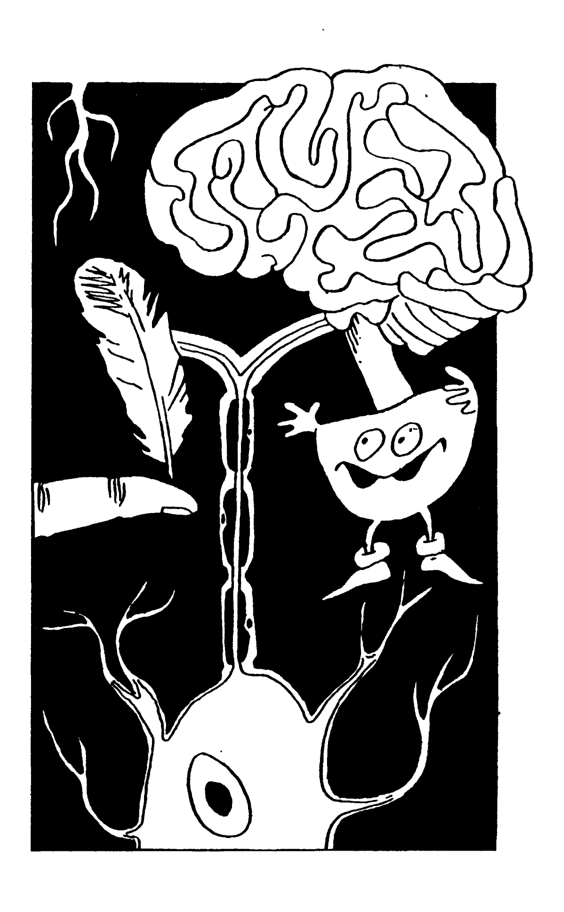
отличить по вкусу от кусочка мела. Способность ощущать соленый и кислый вкус гимнема не нарушает.

Для ученых оказалось совершенно неожиданным, что у каждого человека слюна неповторима. Вероятно, на Земле нет двух людей с совершенно одинаковым составом слюны. Она важна для вкусоощущения. Вкус некоторых веществ можно ощутить только в том случае, если они растворены в нашей собственной слюне. Поместив на совершенно сухой язык каплю чужой слюны с растворенным в ней вкусовым веществом, мы не ощутим ее вкуса, пока не добавим к ней немножко собственной слюны.

Целью экспедиций многих европейских путешественников — Марко Поло, Христофора Колумба, Васко да Гамы — был поиск пути в страны Восточной Азии, чтобы получить возможность доставлять оттуда пряности: имбирь, перец, корицу, гвоздику, кардамон, ваниль. Пряности в те времена ценились на вес золота. А между тем, кроме вкусовых ощущений, никакой пользы они не приносят. Их даже нельзя отнести к пищевым веществам!

Вкус — наименее изученное чувство. Народонаселение нашей планеты быстро увеличивается, и ученые ведут поиск новых пищевых веществ. Они должны быть не только питательными, но и обладать отменным вкусом. Вот почему вкусовые почки языка привлекают сегодня пристальное внимание ученых.

КИЛОГРАММ, ВМЕСТИВШИЙ ВЕСЬ МИР



Познакомьтесь — мозг!

Главные детали сложного механизма

Обзаводимся связями

Живое электричество

Шифр и словарь

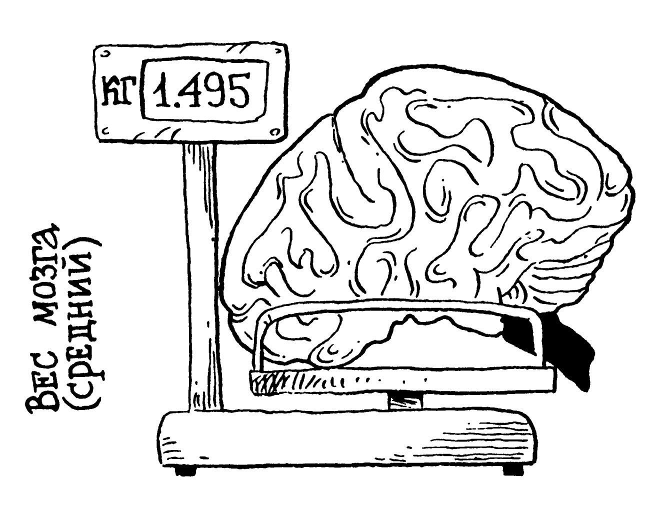
Посредник

«Замок» и «ключ»

Опаснее кобры!

ПОЗНАКОМЬТЕСЬ — МОЗГ!

Мозг, конечно, самый важный орган человеческого тела. Он совсем небольшой. Нормальным считается **мозг** весом от 1020 до 1970 граммов. При этом мозг мужчины обычно весит на 100—150 граммов больше мозга женщины. Это, конечно, не означает, что мужчины на 10 процентов умнее женщин. Вообще еще неизвестно, за счет чего мужской мозг тяжелее женского. Если за счет того, что в нем гораздо больше нервных клеток, то это, пожалуй, свидетельствуют о том, что он более совершенен. А если за счет других, так называемых глиальных клеток? Этих клеток в мозгу раз в десять больше, чем нервных. Они окружают нервные клетки, создавая им и их отросткам опору. Увеличение их числа можно расценивать как лучшую защиту мозга



мужчин, которые обычно чаще женщин сталкиваются с физическими перегрузками, чаще попадают в неприятные или даже опасные ситуации. Кроме того, наукой пока не установлена связь между объемом мозга и умственными способностями его обладателя. Мозг И.С. Тургенева примерно был два раза тяжелее мозга Анатоля Франса. Но разве можно сказать, что Тургенев был талантливее Франса, тем более талантливее в два раза?

Среди животных самым большим мозгом обладают киты. У синего кита он весит 6800 граммов, примерно в пять раз тяжелее человеческого. Вес мозга индийского слона около 5000, северного дельфина белухи — 2350, дельфина афалины — 1735 граммов. Сравнение не в пользу человека. Однако Закон всемирного тяготения сформулировал Ньютон, а не индийский слон.

Объем знаний, которыми владеет современный человек, значительно больше и значительно сложнее того, что людям полагалось знать в отдаленные времена. Напрашивается мысль, что человеческий мозг совершенствуется значительно быстрее, чем другие органы нашего тела, а некоторые из них даже деградируют, как, например, ослабло у людей обоняние. В дальнейшем человеческому мозгу, видимо, будет необходимо совершенствоваться еще быстрее.

В связи с этим в научно-фантастической литературе не раз проскальзывала мысль о

том, что у наших не очень отдаленных потомков тело и конечности сильно уменьшатся и превратятся в слабые придатки ко все разрастающемуся мозгу. История становления человеческого мозга таких предположений не подтверждает.



Величину мозга даже давно вымерших существ можно определить по размерам мозговой части их черепа. У ископаемых австралопитековых человекообразных обезьян объем мозговой коробки был невелик — от 350 до 650 кубических сантиметров. В дальнейшем рост мозга шел достаточно быстрыми темпами. У питекантропа он колебался от 750 до 900, а у синантропа увеличился до 915—1225 кубических сантиметров. У среднего неандертальца он нередко превосходит размером мозг современного европейца. Наконец, кроманьонцы были уже по-настоящему башковитыми ребятами — с объемом мозга до 1880 кубических сантиметров.

Дальше величина мозга пошла на убыль. У европейцев он сильно «усох» за последние

10—20 тысяч лет. Средний вес мозга современных африканских негров — 1316 граммов, европейцев — 1361, в том числе немцев — 1291, швейцарцев — 1327, русских и украинцев — 1377, японцев — 1374. Только мозг бурят остался большим — 1508 граммов. У египтян за какие-то 2-3 тысячи лет от царствования первой династии фараонов до 18 династии емкость черепа упала с 1414 до 1379 кубических сантиметров, то есть примерно на один кубический сантиметр каждые 100 лет.

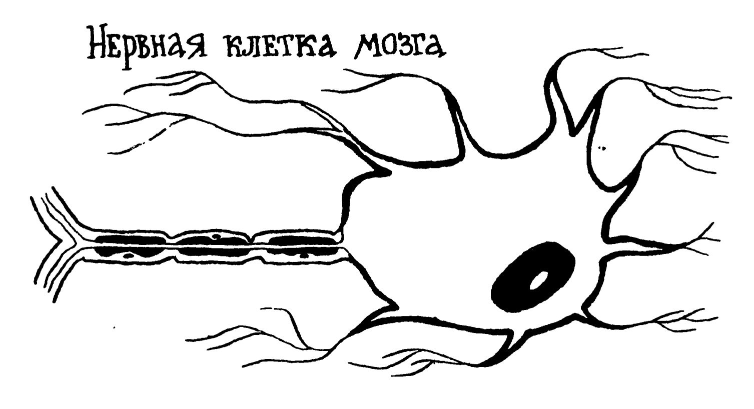
Эта тенденция, похоже, продолжится, тем более, что современные компьютеры освободили мозг человека от необходимости совершать массу интеллектуальных (умственных) операций. Результат этого уже сегодня достаточно ощутим. 50 лет назад умение осуществлять в уме сложение, вычитание, умножение и деление, оперируя с двух-трехзначными цифрами, в отличие от сегодня, было обязательным. Компьютеры следующих поколений еще больше «облегчат» человеку жизнь. И не начнет ли наш мозг «усыхать» более быстрыми темпами?

Объем мозга связан не только с умственной деятельностью, но и с необходимостью управлять всеми процессами, происходящими в организме. Не зная размеров подчиненного мозгу «хозяйства», трудно дать ему хотя бы приблизительную оценку. Порядочный кит — это 30 тонн мышц, костей и жира. Слон весит 3000—5000, белуха — 300, а человек всего ка-

ких-то 75 килограммов. У нас один грамм мозга командует 50 граммами тела, а у рядового кита — пятью килограммами, почти в сто раз бóльшим «хозяйством». Если же взять китов-гигантов весом 100—150 тонн, изредка попадающихся в океане, то у них на один грамм мозга приходится свыше 20 килограммов тела: огромная нагрузка для нервных клеток.

ГЛАВНЫЕ ДЕТАЛИ СЛОЖНОГО МЕХАНИЗМА

Нервные клетки головного мозга сильно отличаются от клеток, из которых построены другие органы тела. Во-первых, они очень мелкие и редко достигают одной тысячной доли миллиметра. Во-вторых, они не имеют определенной формы. Одни из них можно было бы назвать шарообразными, другие — яйцевидными, третьи — пирамидальными, если бы их форму не портили отходящие от них



отростки. В-третьих, удивительны сами эти отростки. Их много. Большинство из них короткие, сильно ветвятся, и только один из них бывает длинным, и веточки на нем появляются лишь у самого кончика. Короткие отростки называются дендритами. Их длина обычно не превышает размера нервной клетки. Главный длинный отросток называется аксоном. В сравнении с дендритами аксоны — гиганты. У клеток мозга человека их длина колеблется от 0,1 миллиметра до полуметра, а у крупных животных — до метра и больше.

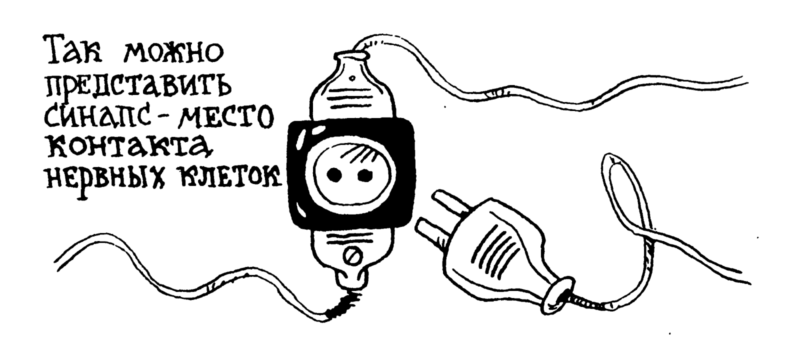
Тело нервной клетки является химическим комбинатом, где вырабатываются все вещества, необходимые для ее жизнедеятельности и для выполнения ею своих функций. Отростки обеспечивают связь между нервными клетками или их связь с органами тела. Главная обязанность нервной клетки заключается в передаче информации другим нервным клеткам или команд мышцам и железам. Нервная клетка посылает сообщения с помощью своего длинного отростка, используя его как проводник. За пределами мозга эти отростки собираются в пучки, образуя нервы.

Чтобы передать сообщение, длинный отросток должен дотянуться до другой нервной клетки, до мышцы или клетки какой-нибудь железы. Большинство нервных клеток получают информацию от такой массы других нервных клеток, что на их крохотных телах

просто не хватило бы места для кончиков всех отростков нервных клеток, которые к ним тянутся. Выход из этого положения дают коротенькие отростки. С ними вступают в контакт длинные отростки других нервных клеток. Чем из большего числа нервных клеток состоит мозг, тем богаче его клетки отростками. К каждому маленькому отростку нервных клеток головного мозга человека подходит по нескольку десятков длинных отростков от других нервных клеток. Поэтому каждая нервная клетка имеет возможность получить весь объем предназначенной ей информации.

Отростки нервных клеток даже не касаются друг друга. В очень сильный микроскоп отчетливо видно, что в местах контактов нервных волокон между ними всегда существует щель шириною около 0,0007 миллиметра.

Место контакта между отростками нервных клеток называется **синапс**. Он состоит из двух частей: на кончике длинного отростка нервной клетки находится бляшка с плоской поверхностью. Именно этой поверхностью бляшка примыкает к телу другой нервной клетки или к ее короткому отростку, на которых в этом месте имеется холмик с плоской вершиной. Таким образом, место контакта нервных клеток, то есть синапс, похож на штепсельную электророзетку со вставленной в нее штепсельной вилкой.



Мозг человека получает информацию от органов чувств. Ученые называют их **рецепторами.** Внешние рецепторы (к ним относятся зрительные, звуковые, обонятельные, температурные и осязательные) информируют мозг о том, что происходит в окружающем мире. О состоянии дел в самом организме информируют внутренние рецепторы. Они сообщают об изменениях химических реакций в клетках и тканях, о содержании кислорода и углекислого газа в крови, о давлении крови в сосудах, о степени растяжения мышц и сухожилий.

Главным рабочим элементом любого рецептора являются **чувствительные клетки.** На них возложена задача собирать информацию и передавать ее нервным клеткам. Чувствительные клетки — узкие специалисты и не способны выполнять несвойственную им работу. Светочувствительная клетка, например, не в состоянии сообщить о звуках, запахах или о температуре окружающей среды, а обонятельная или звуковоспринимающая клетка — о световых эффектах.

Каждая чувствительная клетка с помощью своих отростков делится собранной информацией со многими нервными клетками, которые, как правило, находятся где-то рядом. В свою очередь, эти нервные клетки посылают свой длинный отросток в мозг, передавая информацию многим другим нервным клеткам. А те передают информацию дальше. Так от звена к звену передается в мозгу информация чувствительных клеток, пока не достигнет исполнительных нервных клеток и не превратится с их помощью в команды мышцам и железам.

ОБЗАВОДИМСЯ СВЯЗЯМИ

Почему люди такие разные по своим способностям, наклонностям, уму? Может быть, нервные клетки у одних людей лучше справляются со своими обязанностями, чем у других? Может быть, это связано с различиями в конструкции самого мозга? Действительно, результаты деятельности любой нервной клетки должны зависеть от того, какие связи она сумела установить с другими нервными клетками. Давайте познакомимся с тем, как обзаводятся связями нервные клетки мозга, как растет мозг, как увеличивается количество нервных клеток и как растут их отростки.

Когда-то ученые думали, что в яйцеклетке любых организмов находится крохотная

копия или модель будущего взрослого существа, и рост эмбриона, а потом и детеныша, состоит в том, что все детали этой копии равномерно увеличиваются в размерах, пока не достигнут необходимой величины. На самом деле никакой модели организма в яйцеклетке нет. Она сначала делится на две клетки, потом на четыре, и так далее, пока клеток не станет достаточно много. Только тогда они начинают группироваться и образовывать зачатки органов тела — каждый в строго определенный срок. Когда у эмбриона возникнет



зачаток мозга, нервные клетки, из которых он состоит, еще не имеет отростков. Они вырастают позже и добираются до тех нервных клеток, которым должны передавать информацию, или покидают мозг и находят необходимый орган, которому будут передавать команды мозга.

Казалось бы, перед учеными стояла неразрешимая задача: как проследить за ростом одного определенного отростка нервной клетки в живом функционирующем мозгу? Решить ее позволили химеры. Не близкие родичи акул, что живут в глубинах океана, и не мифические чудовища, рожденные бога-

той фантазией древних греков. Этим словом называют животных, которым пересажены какие-либо органы от других существ. Легче всего химерами становятся рыбы и земноводные. Тритону или саламандре можно приживить второй хвост, третий глаз, четыре дополнительных сердца или пятую лапку.

Если у тритона-химеры пятая лапка способна двигаться, значит у нее есть нервы. Гораздо сложнее было выяснить, откуда они взялись. Тщательные подсчеты показали, что число нервных волокон, выходящих из спинного мозга, не меняется. Следовательно, в дополнительную конечность мозг дополнительных нервных волокон не посылает. Оказалось, что каждое нервное волокно, идущее в собственную лапку, дает отросток, который направляется в приживленную конечность. У нормальной североамериканской саламандры — мексиканской амбистомы — в каждую переднюю конечность направляется 900 нервных волокон. Дополнительная передняя лапка получает столько же.

Нервы, врастающие в собственную лапку у еще крохотного эмбриона и в приживленную конечность взрослой саламандры, умеют безошибочно выбирать соответствующие мышечные волокна, которыми они рождены управлять. Выбор взаимный. Если в правую дополнительную лапку вшить левый двигательный нерв, за неимением лучшего мышца его примет, но если теперь подшить сюда правый

нерв, то он, действуя сообща с мышцей, изгонит чужой нерв и займет его место.

Аналогичным образом ведут себя чувствительные нервы, по которым информация о состоянии организма передается в мозг. Если у лягушки кусочек кожи со спины пересадить на живот, то, как только ранка заживет, чувствительность в пересаженном участке восстанавливается, и он начинает снабжать информацией мозг. Если теперь на пересаженный участок кожи положить крохотный кусочек промокательной бумаги, смоченный слабым раствором соляной кислоты, лягушка ловким движением задней лапки сбросит его. Однако если опыт повторить через месяц, все изменится. Теперь, вместо того чтобы пошарить у себя на брюшке, где находится промокашка и кислота пощипывает кожу, лягушка с остервенением будет скрести лапкой спину.



Секрет этого поведения прост. В пересаженный на брюшко кусочек кожи спины очень быстро врастают оказавшиеся по соседству веточки кожного брюшного чувствительного нерва. При раздражении кислотой пересаженного кусочка кожи они и передают в

мозг соответствующую информацию. Позже волокна кожного чувствительного нерва спины разыщут кусочек пересаженной кожи, врастут в него и вытеснят веточки брюшного нерва. Теперь при раздражении пересаженного кусочка кожи информация о том, что кожа спины подверглась неприятному воздействию, побежит в мозг по спинным кожным нервам. Ведь это действительно кожа спины! А о том, что раздражаемый участок кожи спины перекочевал на живот, мозгу никто сообщить не может. Вот лягушка и шарит лапкой у себя на спине в полной уверенности, что именно отсюда в мозг поступил сигнал бедствия.

ЖИВОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Электричество вошло в жизнь человека благодаря животным. С электрическими явлениями древние египтяне были знакомы еще четыре с половиной тысячи лет назад. Об этом свидетельствует надгробный памятник в Соккаре, на котором изображен электрический сом, живущий в верховьях Нила.

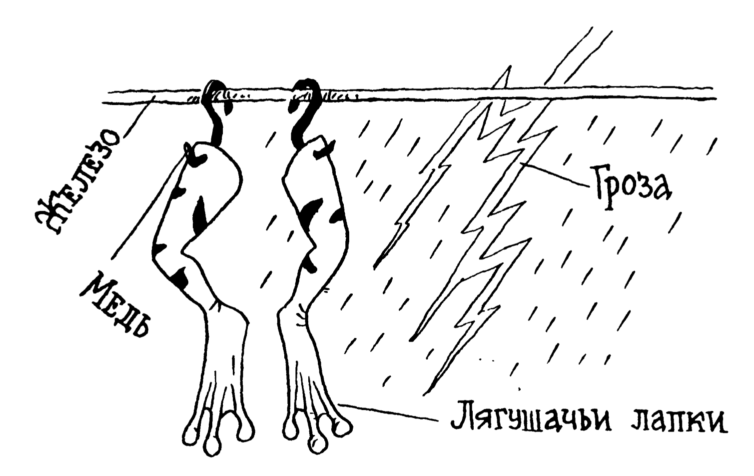
В Европе с электричеством познакомились благодаря наблюдениям Фалеса Милетского еще за 600 лет до нашей эры. Он обнаружил, что кусочек янтаря, если его потереть, приобретает способность притягивать, а затем и отталкивать разные мелкие предметы.

Больше двух тысячелетий этот факт не привлекал особого внимания, пока Уильяму Джильберту не пришло в голову потереть кусочек стекла, сургуча, серы и других веществ. Кстати, это он придумал слово «электричество», от греческого «электрон», что значит «янтарь».

Однако всерьез за изучение электричества взялись благодаря сеньоре Гальвани, жене болонского профессора анатомии, которой приходилось самой ходить в мясную лавку. Там продавалась не только говядина, но и такие деликатесы, как лягушачьи окорочка.

Рассказывают, что именно лягушачьи лапки, развешенные гроздьями на медных крючках, прикрепленных к железным перекладинам, поразили воображение сеньоры Гальвани. К ее ужасу, отрезанная лапка лягушки, касаясь железа, дергалась, точно живая. Утверждают, что сеньора так надоела мужу рассказами о напугавших ее явлениях, которые она объясняла тем, что мясник связался с нечистой силой, что профессор решил сам пойти в лавку и выяснить, что там происходит.

Луиджи Гальвани знал о проведенных лет за 30 до того наблюдениях, показавших, что мышцы человеческого трупа сокращаются, когда получают разряд лейденской банки. Естественно, что Гальвани объяснил подергивание лягушачьих лапок в лавке мясника влиянием разрядов атмосферного электриче-



ства. Чтобы успокоить жену, ученый решил провести наблюдения за лягушками у себя дома. Опыт, поставленный в одну из грозовых ночей, блестяще удался: лапки мертвой лягушки, подвешенной на медном крючке к решетке балкона, время от времени дергались, как живые.

Ни гроза, ни нечистая сила к сокращению мышц никакого отношения, конечно, не имели. Видимо, ветер раскачивал тушку, а когда она касалась чугунной балюстрады, замыкалась цепь между железом и медью, и электрический ток, возникающий в цепи разнородных металлов, как и полагается в таких случаях, вызывал сокращения мышц. Понять это сумел лишь Алессандро Вольта, что ничуть не умаляет заслуг Гальвани.

Он занимался опытами с электричеством до конца своей жизни. И дальнейшие исследования окончательно убедили его в самой

тесной связи жизни и электричества, в зависимости всех жизненных проявлений организма от электрической силы. Он убедился, что электричество берется не из атмосферы. Но где же оно возникает: между медью и железом, как предполагал Вольта, или в самой лягушке? Гальвани не мог поверить, что явление, так тесно связанное с жизнью, могло само по себе возникать в неодушевленных предметах. В конце концов он сумел доказать, что электричество действительно может возникать в организме.

Форма опыта была проста. Нерв одной лягушачьей лапки отрезали и сгибали в дугу. Нерв второй лапки отделяли вместе с мышцей и накладывали на первый так, чтобы касаться его в двух местах: у места перерезки и где-нибудь в неповрежденной части. В момент соприкосновений нервов мышца сокращалась. Существование животного электричества было доказано.

В десятках лабораторий эти опыты повторили. Ими занимались биологи, физики, математики, врачи. Из удобного объекта для биологических опытов лягушка в руках физиков очень скоро превратилась в удобный источник тока и в наичувствительнейший измерительный прибор. Неудивительно, что, получив такой универсальный прибор, имея постоянно дело с живым электричеством, физики привыкли именно его считать истинным, а возникновение электричества в цепи

разнородных металлов воспринимали как явление парадоксальное. Недаром Вольта, создав гальваническую батарею, назвал ее искусственным электрическим органом.

ШИФР И СЛОВАРЬ

Если в Петербурге выйти на набережную Невы и встать лицом к Зимнему дворцу, то в самой правой части здания над крышей и затейливой балюстрадой можно увидеть небольшую башенку, по виду нечто среднее между звонницей маленькой часовни и наблюдательной будкой поста противовоздушной обороны, каких немало построили в городе в годы войны. Во времена Пушкина она называлась телеграфным домиком. В те годы по всей стране была размещена сеть наблюдательных постов. Сообщение с невиданной по тем временам скоростью передавалось от наблюдателя к наблюдателю вспышками солнечных зайчиков или небольших прожекторов. Солнечному телеграфу потребовалось немногим больше 4 часов, чтобы принести в столицу Российской империи весть из Варшавы о начавшемся польском восстании.

Сообщения **светотелеграфа** были зашифрованы с помощью различных комбинаций световых вспышек. С аналогичной задачей — необходимостью придумать шифр или алфавит для своих сообщений — столкнулись нервные

клетки. Клетки-информаторы — узкие специалисты. Каждая чувствительная клетка реагирует на что-то одно: чувствительные клетки глаза реагируют на свет, слуховые клетки — на звук, вернее, на колебания барабанной перепонки, вкусовые клетки — на химический состав пищи и других веществ, оказавшихся во рту. Мало того, и вкусовая, и слуховая клетки реагируют не на все звуки и не на все виды пищи. Поэтому нервной клетке, получающей информацию непосредственно от чувствительной, нет необходимости объяснять, о чем ей сообщают. Если она получила сигнал от вкусовой клетки, настроенной на восприятие сладкого, значит, во рту оказалось что-то сладковатое, а если от клетки, чувствительной к соленому, — значит, во рту что-то соленое. Если нервная клетка получила сигнал от слуховой клетки, настроенной на восприятие самых высоких звуков, ей ясно, что где-то возник звук с частотой 20 килогерц (20 000 колебаний в секунду). Таким образом, чувствительная клетка сообщает в мозг только о том, что она возбуждена, так как обнаружила то, на восприятие чего она настроена, а он, зная, кто направил ему информацию, прекрасно понимает, что могло вызвать возбуждение данной чувствительной клетки.

Снабжая мозг информацией, чувствительные и нервные клетки передают ее с помощью совершенно одинаковых нервных импульсов. О силе раздражителей, возбудивших

чувствительную клетку, мозг судит по их частоте. Чем сильнее раздражитель, тем чаще чувствительная клетка производит нервные импульсы.

Рецепторные клетки пальцев рук способны почувствовать прикосновение, если сила давления на них не меньше, чем 0,5 грамма. Поэтому, пока давление не превышает 0,5 грамма, нервная клетка импульсов не генерирует, но стоит ему возрасти до 0,6 грамма, начинает производить 1—3 импульса в 1 секунду.



При увеличении давления до 4 граммов частота импульсации чувствительной клетки достигнет 14-15 импульсов за 1 секунду. Наконец, при давлении, равном 13 граммам, число импульсов нервной клетки возрастет до 30—40 за 1 секунду.

Чувствительные клетки многих органов чувств производят нервные импульсы, даже когда не испытывают никаких воздействий. Если чувствительная клетка, настроенная на восприятие горького, посылает в мозг всего

3—5 импульсов в секунду, это означает, что она бодрствует, находится в нормальном рабочем состоянии, но ничего горького не ощущает.

От некоторых чувствительных клеток, например от воспринимающих температуру, поток информации ни на секунду не прерывается. Они, как и термометр, висящий за стеклом вашего окна, должны реагировать не только на повышение температуры, но и на ее падение.

ПОСРЕДНИК

Когда ученые поняли, как функционирует нервная клетка, перед ними возникла задача выяснить, как им удается понять друг друга.

Если бы отростки нервных клеток касались друг друга, можно было бы считать, что **биоэлектрический импульс**, дойдя до места, где отросток одной нервной клетки соприкасается с отростком или телом другой нервной клетки, легко распространится на них. Теперь ученым известно, что такой путь перехода возбуждения с одной нервной клетки на другую действительно существует у примитивных животных. Однако у человека дело обстоит значительно сложней.

Выведать механизм общения нервных клеток, как ни странно, помогли американский индейцы. Захват и разграбление великих индейских империй, осуществленный

жадными до наживы конкистадорами Эрнаном Кортесом и Франсиско Писарро, протекал бы значительно быстрей, если бы у индейцев не было их страшного смертоносного оружия — отравленных ядом стрел. Крохотной царапины, сделанной отравленной стрелой, оказывалось достаточно, чтобы убить человека или лошадь.

Стрельный яд, которым пользовались индейцы, называется кураре. Его получают из коры, корней и молодых побегов ядовитых тропических растений. Им и смазывались наконечники боевых стрел. Через некоторое время сироп твердел, и стрела была готова к употреблению.

Действие яда сказывалось быстро. Сначала наступал паралич шейной мускулатуры, потом отказывали конечности. Несколькими минутами позже прекращалась работа дыхательной мускулатуры, и раненый умирал от удушья.

Первым над загадкой яда задумался выдающийся французский физиолог **Клод Бернар**. Он был удивлен, обнаружив, что у только что погибших от кураре животных раздражение нервов электрическим током не вызывает сокращения мышц.

Это казалось чрезвычайно странным, так как обычно мышца, иссеченная вместе с нервом из тела убитого животного, длительное время способна отвечать сокращением на его раздражение.

Тщательно изучив это явление, ученый с удивлением убедился в том, что у отравленного ядом кураре животного мышцы не теряли способности сокращаться, а нервы — проводить возбуждение, то есть передавать распоряжения нервных клеток. Почему же нервный импульс, добежав до вполне полноценной, способной к сокращению мышцы, тем не менее, не вызывает ее сокращения? Это могло означать только одно: распоряжения нервных клеток, посылаемые мышцам, почему-то до них не доходят, видимо, застревая в синапсе, в месте, где нервное волокно касается мышцы.



Клоду Бернару ничего достоверного выяснить не удалось, но он высказал догадку, которая впоследствии получила полное подтверждение, что нервные волокна, чтобы передать распоряжения мышцам, издают для них химические приказы. Иными словами, кончики отростков нервных клеток выделяют какое-то вещество, которое, попав на мышцу, вызывает ее сокращение.

«ЗАМОК» И «КЛЮЧ»

Если нервные клетки общаются между собою с помощью химических веществ, это значит, что им действительно нет никакой необходимости непосредственно касаться друг друга, но они должны иметь фабрики для производства этих веществ. Действительно, когда появились сильные микроскопы, удалось увидеть, что на кончиках нервных отростков находятся как бы пуговки, а на соседнем нервном волокне, к которому примыкает «пуговка», — утолщенная площадка, но между «пуговкой» и площадкой имеется щель.

Синтез сложных молекул возможен лишь в теле нервной клетки, так как для этого требуется участие клеточного ядра. Здесь и находится фабрика, вырабатывающая вещества-посредники. Отсюда ее продукция течет по шлангам длинных отростков нервных клеток, добирается до самых удаленных их окончаний, где используется большая часть доставляемых сюда веществ.

Еще лет тридцать назад никому и в голову не приходило, что древние греки были правы, предположив, что нервы представляют собою трубопроводы. В это особенно трудно поверить, зная, что в каждом нерве находится пучок тонюсеньких отростков нервных клеток. И все-таки именно эти отростки используются как совершенно фантастические трубы.

До сих пор не понятно, как нервной клетке удается по такой тонюсенькой трубочке переправлять грузы одновременно в обоих направлениях, от тела клеток к кончикам их отростков и от отростков к телам клеток, да еще с различной скоростью. Фактически в каждом отростке нервных клеток действуют три самостоятельные транспортные системы. Медленная гонит все необходимые нервному отростку вещества для обеспечения его собственной жизнедеятельности со скоростью один миллиметр в сутки. Быстрая транспортная система переносит грузы в обоих направлениях, обеспечивая огромную скорость перевозок — от 10 до 20 сантиметров в сутки. Она снабжает нервные окончания деталями, из которых здесь, на месте, собираются молекулы вещества-посредника. В обратную сторону переправляется «утильсырье» — отходы этого производства.

На «складах готовой продукции» — образцовый порядок. Молекулы вещества-посредника пакуются в крохотные пузырьки. Так они лучше сохраняются. В окончании нервного волокна могут скопиться тысячи таких пузырьков, в которых содержится от 10 до 100 тысяч молекул вещества-посредника. Чтобы передать сообщение, кончик нервного волокна должен открыть двери в собственной оболочке и выпустить в щель, отделяющую его от соседнего нервного волокна, пузырьки с «ключами».

В мозгу нет приспособлений, которые бы помогли «ключам» попасть в «замочные скважины». «Ключи» — **молекулы посредника** — предоставлены здесь самим себе, и лишь немногие из них случайно находят «замок», остальные очень скоро бывают разрушены. Вот почему «ключей» должно быть очень много. Однако щель не широка, и «ключи» быстро достигают ее противоположной стенки. Все же на это уходит гораздо больше времени, чем на движение возбуждения по нервному волокну.

«Замок» представляет собой крупную белковую молекулу, вмонтированную в оболочку нервного волокна. На поверхность выглядывает лишь ее небольшая часть — участок, несущий электрический заряд. Форма «ключа» и «замка» таковы, что они, сложенные надлежащим образом, образуют единое целое и благодаря электрическим зарядам крепко удерживаются друг возле друга.

Молекулы вещества-посредника, соединяясь с белковой молекулой «замка», заставляют последнюю изменить свою форму. При этом в оболочке волокна открывается пора, позволяющая веществам, обычно находящимся в межклеточном пространстве, проникнуть в нервное волокно или вылиться из него наружу. В зависимости от того, для каких веществ «ключи» отпирают «двери» и в каком направлении движутся эти вещества, нервная клетка возбуждается или, напротив, затормаживается.

Сейчас известно несколько десятков веществ, которые, по-видимому, используются мозгом для передачи информации от одной нервной клетки к другой. Зачем понадобилась мозгу такая уйма посредников? Кроме того, жидкость, содержащая вещество-посредник, способна затечь куда угодно и кроме тех нервных клеток, для которых предназначена эта порция посредника, возбудить массу других нервных клеток. Чтобы этого не происходило, для каждой группы клеток должны предназначаться строго определенные «ключи».

ОПАСНЕЕ КОБРЫ!

В работе мозга наиболее уязвимым звеном оказалась передача нервного импульса с одной нервной клетки на другую. Она чаще всего и нарушается под действием ядов, но механизм этих нарушений может быть различным. В одних случаях молекулы ядовитого вещества имеют внешнее сходство с молекулами посредника. Благодаря этому они, попав в скважину «замка на воротах» оболочки нервной клетки, не позволяют попасть туда «ключам» — молекулам посредника. Именно так действует кураре американских индейцев. Когда значительная часть «дверей» окажется наглухо запертыми, нервные клетки теряют способность возбуждаться, то есть

получать информацию от других клеток и передавать ее дальше. В результате выхода из строя многих нервных клеток нарушаются важнейшие функции организма, и отравленное животное гибнет.

Курареподобным, но более сильным действием обладают яды многих животных. Обитатели тропиков крайты относятся к числу особо опасных змей. Яд формозского крайта так прочно соединяется с белковой молекулой, образующей «замок на дверях» нервной клетки, что разделить их невозможно. На возникшее соединение не действуют ни кислоты, ни щелочи, способные растворить оболочки нервных клеток. Белки мозга отравленного животного, опущенные в раствор подобных веществ, полностью разрушаются, кроме крошечных кусочков оболочек с прилипшими к ним молекулами яда. Он предохраняет эти кусочки от растворения.

Пример с крайтом объясняет, почему медикам до сих пор не удалось создать лекарство, спасающее от действия яда. Если в мозговой кашице, находящейся в колбе, химик не может отделить молекулы яда от белковых молекул «замков», то как это сделать в живом мозге? Вот почему при укусе ядовитых животных так важно как можно скорее ввести в организм лечебную сыворотку, которая разрушит, инактивирует яд, пока он не успел попасть в мозг и вызвать там необратимые процессы.

В нашей стране опасных змей немного, зато с пищевым отравлением может столкнуться каждый. Опасным для жизни является так называемый колбасный яд. Он вырабатывается бациллой ботулинус, когда она поселяется в продуктах питания. «Ботулус» в переводе с латыни и значит «колбаса».

Ботулиновый токсин — страшный яд. В 1 миллиграмме вещества — 100 миллионов мышиных смертельных доз! Попав в организм животных и человека, яд оседает в местах



контакта нервных волокон и препятствует выделению в щель между ними одного из самых распространенных посредников — медиатора ацетилхолина. Из-за этого переход возбуждения от одной нервной клетки к другой на 1-2 недели прекращается. Ацетилхолин широко используется как посредник в нервных клетках, руководящих жизненно важными функциями организма. Если заблокированы многие пункты контактов нервных волокон, наступает смерть.

ДЛЯ ЧЕГО ПРЕДНАЗНАЧЕН МОЗГ?



От души к мозгу
Иван Петрович Павлов: эстафета
Связи временны́е
Подарок эволюции — речь!
Ум хорошо... А два?
Центр речи
Труженик
«Тунеядец»
Двуглавый орел
Жажда общения

ОТ ДУШИ К МОЗГУ

Кто же не знает, что обязанность человека думать возложена на его мозг? Как же можно не знать, что именно мозг отвечает за нашу психическую деятельность? Сейчас, когда я пишу эти строчки, передо мной лежит книжка двух известных американских ученых, предназначенная для читателей, интересующихся работой человеческого мозга. В предисловии к книге, обращаясь к своим читателям, они пишут: «Вы, вероятно, будете шокированы, узнав, что наши мысли, наши поступки, наши идеалы, наше восприятие любых явлений, в общем, все психические процессы рождаются в недрах нашего мозга. Но не бросайте тотчас же книгу. Прочтите ее до конца и, может быть, потом вы согласитесь, что те функции, которые приписываются душе, взял на себя наш мозг». Судя по этим словам, многие граждане США (если исходить из того, что авторы книги хорошо знают своих соотечественников) до сих пор или вообще не подозревают о том, что психические функции осуществляются нашим мозгом, или не верят в то, что нематериальные психические процессы могут осуществляться вполне материальным органом нашего тела.

Психика человека всегда вызывала у ученых жгучий интерес. Ее различные проявления попали в сферу внимания ученых еще задолго до того, как исследователи поняли, что



они связаны с мозгом. Несмотря на рано возникший интерес и постоянное внимание к различным проявлениям психической деятельности, на первых порах это направление исследований развивалось крайне медленно. Лишь 100—150 лет назад были сделаны первые крупные открытия и придуманы способы для изучения центральной нервной системы.

Медленное развитие науки о мозге не должно удивлять. **Мозг** — высшая форма организованной материи. На планете Земля нет ничего более сложного. К тому же, возникла необычная ситуация — мозг должен был познать сам себя. Неудивительно, что перед исследователями постоянно встают трудноразрешимые проблемы. Так возник миф о непознаваемости функций человеческого мозга, о невозможности разобраться в механизмах, управляющих психическими процессами. Нашлись даже ученые, осудившие попытки проникнуть в тайны мозговой деятельности, объявив их претензией на право экспериментировать с божественной, а потому и непознаваемой душой.

Даже когда под давлением неопровержимых фактов ученые убедились, что психиче-

ские процессы связаны с мозгом, они не решались приступить к его изучению. Толчок к подобным исследованиям дали выдающиеся отечественные ученые **И.М. Сеченов** и **И.П. Павлов.** Они, а затем их многочисленные соратники и ученики стали первооткрывателями функций мозга. Тем трудностям, с которыми они столкнулись на этом пути, и их вкладу в науку о мозге и посвящен данный раздел книги.

ИВАН ПЕТРОВИЧ ПАВЛОВ: ЭСТАФЕТА

Величайшая заслуга **И.М. Сеченова** состоит в том, что он первым догадался о **рефлекторной природе** деятельности головного мозга, понял, что мысль — всего лишь сложный рефлекс, и, как другие рефлексы, может быть детально изучена.

Научную эстафету подхватил другой выдающийся русский ученый — **И.П. Павлов.** Он, как и Сеченов, занимался многими разделами физиологии, но к концу 19 столетия особенно прославился своими фундаментальными исследованиями деятельности главных пищеварительных желёз. За свои выдающиеся исследования И.П. Павлов первым из русских исследователей удостоился высшей награды, о которой в те годы мог мечтать ученый — Нобелевской премии.

То, что Павлов занялся именно пищеварением, обернулось для человечества большой удачей. Помимо всего прочего, эти исследования помогли ему понять, как подступиться к изучению мозговой деятельности и создать метод, позволивший это осуществить.

Исследуя деятельность главных пищеварительных желёз, Павлов детально выяснил, выделение каких пищеварительных соков вызывает каждый вид пищи, попадая в ротовую полость, желудок или кишечник. Иными словами, он изучал рефлекторную деятельность пищеварительного тракта. Впоследствии он назвал пищеварительные и аналогичные им **рефлексы** других органов тела **безусловными**.

Одна из важных особенностей безусловных рефлексов состоит в том, что они передаются по наследству, а потому у всех животных одного вида имеется единый строго постоянный набор безусловных рефлексов.

В эту схему не укладывались только некоторые слюнные рефлексы. Павлов и другие ученые убедились, что характер секреции желудочного и кишечного сока изменяется, только когда пища попадает в желудок, то есть когда пищевые вещества действуют непосредственно на чувствительные клетки внутренней оболочки желудка или кишечника. Слюнные железы ведут себя иначе. Их секреция нередко начинается еще до того, как пища попадает в рот, при одном ее виде или

запахе. Мало того, у некоторых собак слюна начинает выделяться при виде миски, из которой ее кормят, при виде служителя, который раздает в виварии корм, просто в определенное время дня, если в это время животных обычно кормят. Вот эти-то слюнные рефлексы у каждой собаки свои, индивидуальные. Слюна начинает выделяться при виде своей миски, на голос своего хозяина, в то время дня, когда обычно кормят именно эту собаку. Когда для вивария покупают новое животное, у нее такие слюнные рефлексы не обнаруживаются.

О странностях слюнных желез было известно и до Павлова. Такие реакции называли психическим слюноотделением, но серьезного внимания на них не обращали, относясь к ним, как к своеобразному курьезу. И.П. Павлов понял, что исследование психической секреции дает возможность изучать физиологию головного мозга, его высшие психические функции. Странные рефлексы слюнных желёз, выделение слюны еще до того, как пища попала в рот, ученые до Павлова объясняли тем, что собака «захотела, подумала, решила, заметила». Вот мозговой механизм этих «заметила-подумала» и решил изучить Павлов.

Необычайные возможности, не открывавшиеся до него ни одному ученому, необозримые перспективы изучения физиологии психической деятельности так захватили ученого, что Павлов полностью прервал все прочие



исследования и даже не разрешил своим сотрудникам закончить начатые работы, целиком переключившись на изучение физиологии высших психических функций.

СВЯЗИ ВРЕМЕННЫЕ

Свои исследования высших психических функций головного мозга И.П. Павлов начал с выяснения того, при каких условиях в индивидуальной жизни животных возникают рефлексы психического слюноотделения. Оказалось, что они вырабатываются у животных в том случае, когда какой-нибудь простой, ничего не значащий для них раздражитель, например звонок, несколько раз совпадет с действием любого безусловного (врожденного) раздражителя, например с пищей.

Если при этом соблюдаются определенные условия, некоторое, пусть даже незначительное, предшествование звонка действию пищи, то после 5—10 или 20 совпадений этих раздражителей ранее безразличный для собаки звонок начнет вызывать у нее слюнную секрецию. Желая подчеркнуть, что эти рефлексы возникают у животных лишь при строго определенных условиях, Павлов и назвал такие рефлексы условными.

Почему это происходит? Очевидно, в больших полушариях головного мозга возникает временна́я связь между слуховыми областями, воспринимающими звук звонка, и пищевым центром. Образуется проторенный путь, по которому при звуке звонка возбуждение бежит из слуховых центров в пищевой. Если после звонка собака перестанет получать пищу, выделение слюны прекратится, рефлекс перестанет осуществляться. Это значит, что проторенная дорожка, по которой из слуховых областей возбуждение бежало в пищевой центр, перестала существовать, как зарастает травою тропинка, по которой перестают ходить.

Наличие **условного рефлекса** свидетельствует о том, что мозг уловил новую для себя закономерность между звуком звонка и последующим появлением корма. Конечно, условные рефлексы могут быть не только пищевыми. Если вслед за звучанием звонка собака будет получать удар электрическим током, то

звонок начнет вызывать реакцию отдергивания лапы. Для образования условных рефлексов годятся самые разные раздражители: звуковые, зрительные, обонятельные, кожные и любые другие, доступные органам чувств животных.

Важной особенностью условных рефлексов является то, что, с одной стороны, — это чисто физиологическое явление, а с другой стороны, — явление психическое. Этим и объясняется то чрезвычайно важное обстоятельство, что, изучая условные рефлексы, ученые имеют возможность судить о деятельности головного мозга, изучать его высшие функции.

Условные рефлексы — очень полезные реакции. С их помощью закономерности окружающей среды получают отображение в мозгу животных. Услышит лисица стрекотанье сорок на опушке леса — и торопится скрыться в чаще. Для нее эти тревожные крики означают, что где-то близко человек или какой-нибудь крупный хищник. Стрекотанье сорок служит для лисицы условным раздражителем оборонительного условного рефлекса. Его образование означает: лисица поняла, что сороки кричат, когда появляется опасность.

Значение подобных знаний чрезвычайно велико. Они позволяют упредить события, осуществить оборонительную реакцию на данный условный раздражитель, не дожидаясь, пока опасность нагрянет, то есть начнет действовать безусловный раздражитель,



раздастся выстрел, и свинцовые дробинки вонзятся в кожу.

Люди, далекие от науки, часто сомневаются в том, что условные рефлексы, особенно такие, как слюнные, имеют какое-то значение для психической деятельности животных, тем более человека. Это отчасти верно. Дело в том, что условный рефлекс является одной из разновидностей временны́х связей, постоянно образующихся в мозгу между нервными клетками, их группами или мозговыми центрами. Они и являются механизмом мыслительной деятельности. Постоянное образование новых и разрушение старых временных связей, ставших ненужными, и является основным механизмом работы мозга. Для психической деятельности человека главное значение имеют не условные рефлексы, а образование временны́х связей. В отличие от условных

рефлексов, образование других временных связей не сопровождается секрецией каких-нибудь желез или сокращением каких-либо мышц. Вовне их образование никак не проявляется. Это скрытая от наших глаз, но очень важная часть работы мозга.

Всё, чему мы учимся, — от запоминания цепочки звуков, являющихся словами и их значениями, до законов физики или высшей математики, весь багаж знаний, накопленных нами в течение жизни, — всё это с помощью временны́х связей укладывается в нашем мозгу в стройные системы. Мозговая деятельность оказывается возможной лишь благодаря уже существующим бесчисленным временны́м связям и образованию новых. Всё, чем бы ни занимался мозг, осуществляется им благодаря системам временны́х связей.

ПОДАРОК ЭВОЛЮЦИИ — РЕЧЬ!

Условные раздражители, вызывающие условные рефлексы, И.П. Павлов называл **сигналами.** Они как бы сигнализируют животному о том, что сейчас начнет действовать безусловный раздражитель. Вспышка света, ставшая условным пищевым раздражителем, сигнализирует собаке, что сейчас появится еда. Мышиный писк и запах сигнализируют вышедшей на охоту лисице, где находится дичь. Стрекотание сорок, человеческие голоса,

хруст валежника под ногами охотника и движение раздвигаемых человеком ветвей сигнализируют оленю о приближении опасности.

Основа психической деятельности животных — образованные ими в течение жизни условные рефлексы, различные временные связи и складывающиеся на их основе образы предметов и явлений окружающего мира. Всю совокупность подобных временны́х связей, формирующихся в мозгу животных, И.П. Павлов назвал первой сигнальной системой. Ее использование — не очень удобный и не очень экономный способ мыслительной деятельности. Не очень удобный потому, что образ индивидуален. У каждого жителя средней полосы нашей страны имеется образ ели, но если попросить десять лучших художников нарисовать типичную ель, их картины в чем-то будут отличаться друг от друга.

Образы — весьма громоздкие конструкции. Они создаются благодаря многочисленным временны́м связям. В образ ели входит общая форма дерева, характер его хвои и особенности шишек, их цвет и цвет ствола, запах, исходящий от дерева, вкус молодых побегов и семян, да мало ли что может еще включать в себя образ ели...

Человеческий мозг для своей работы, безусловно, не гнушается привлекать первую сигнальную систему. Но для человека это не единственный и, что особенно важно, не главный способ формирования поведения и

осуществления мыслительной деятельности. Наряду с первой сигнальной системой, человек широко пользуется второй с ее специфическим сигнальным раздражителем — словом. Это — качественная особенность мыслительной деятельности именно человеческого мозга, переводящая его работу на новый, неизмеримо более высокий уровень.

Речь возникла еще у первобытных людей. Толчком для ее развития явилась потребность в общении, без чего трудно представить четко согласованную деятельность человеческих коллективов. Однако, возникнув как средство связи, речь очень скоро стала важнейшим элементом мозговой деятельности, новым, более удобным способом сбора, обработки, хранения и использования информации.

Слово — явление своеобразное. Оно является условным раздражителем, таким же, как вспышка света или звук звонка, на которые у собаки выработан пищевой условный рефлекс. В то же время слово отличается от прочих условных раздражителей тем, что в нем отражается богатейший жизненный опыт людей, основанный на громадном количестве разнообразных временных связей.

С помощью слов, второй сигнальной системы, мозг осуществляет такую важную функцию, как обобщение, ведь само слово уже обобщает. В слове «ель» обобщены представления о самых разнообразных елях. В слове «дерево» заключено обобщение более высокого порядка,

так как кроме ели, березы, клена, дуба это понятие охватывает все виды деревьев, в том числе баобабы, растущие в африканских саваннах, и кокосовые пальмы коралловых атоллов. Обобщением еще более высокого порядка является слово «растение», так как это понятие обнимает все растительные организмы: деревья, кустарники и травы, водоросли, мхи, лишайники, и так далее.

Умение говорить, как известно, не передается человеку по наследству. Этим овладевают в первые годы жизни. Развитие речи происходит на основе подражания. Поэтому она может сформироваться только в том случае, если ребенок живет в обществе говорящих людей, имеет возможность достаточно часто слышать человеческую речь и пользоваться приобретаемыми речевыми навыками.

Слова человеческой речи, являясь условными раздражителями, способны вызвать у человека все те состояния, которые в них выражаются, все те действия, все те изменения в нашем поведении, которые выражены в этих словах. На этом основан эффект обычного внушения и гипноза.

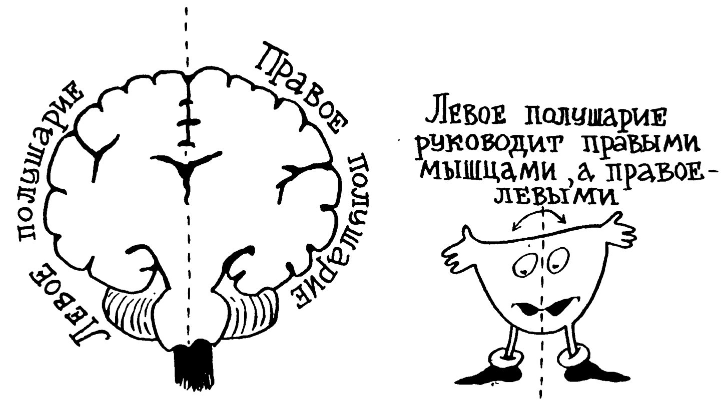
УМ ХОРОШО... А ДВА?

Уравновешенное, гармоничное соотношение пропорций, то есть попросту говоря симметрия, уже в представлениях древних греков

была тесно связана с понятием красоты и совершенства. Неслучайно они удивлялись тому, что человек — венец творения природы на нашей планете — обладает лишь двойной симметрией, тогда как наиболее примитивные ее создания имеют сферическую форму, т.е. обладают полной поворотной симметрией. По свидетельству известного древнегреческого философа Платона наиболее убедительный ответ на этот вопрос был дан другим философом — **Аристофаном** на пиру у Агафона. Оказывается, когда-то люди были круглыми и очень самодовольными от сознания своего совершенства. Чтобы смирить гордыню людей и лишить их могущества, главный бог древних греков Зевс рассек чудо-людей пополам.

Однако оставим вопрос о происхождении билатеральной симметрии человека. Раз есть такая симметрия, раз существуют идентичные, симметрично расположенные органы, необходима и симметрия мозга, осуществляющего управление этими органами. Действительно, уже беглый взгляд на внешнее строение головного и спинного мозга убеждает в довольно строгой симметричности его частей, венцом которой является парность самых важных отделов мозга — его больших полушарий. Неожиданным оказались особенности распределения обязанностей между полушариями-двойниками. Здесь ученые столкнулись с несколькими удивительными парадоксами. Правое полушарие, например, почему-то

руководит работой левых конечностей и всех мышц левой половины тела, а левое полушарие, наоборот, распоряжается правыми мышцами и правыми конечностями. Каким образом это происходит, понятно. Нервные волокна, передающие двигательные команды, покидая головной мозг, переходят на другую сторону спинного мозга, именно сюда доставляя при-



казы противоположного полушария. Какую выгоду получает организм от такого странного распределения обязанностей между двумя половинами мозга, пока непонятно.

Сходным образом ведут себя нервные волокна, доставляющие большим полушариям информацию от глаз, ушей, рецепторов кожи, мышц и от других органов чувств. Направляясь в мозг, часть из них перебирается на его противоположную сторону. У человека переход совершает 50% волокон, т.е. информацию от каждого глаза или уха в равной мере получают обе половины мозга. Вот вам

второй парадокс: каждое полушарие человеческого мозга командует только одной половиной тела, а информацию в разном объеме получает от обеих его половин.

Как известно, внутренние органы позвоночных и в том числе человека не имеют строгой симметрии. Некоторые из них, такие, как сердце, желудок, кишечник, печень, поджелудочная железа и селезенка, находятся в единственном числе и расположены в одной из половин тела. Казалось бы, для управления ими должны были бы развиться центры лишь в одной из половин мозга, однако, и это еще один парадокс, таких центров нет. В управлении внутренними органами не обнаружено никакой асимметрии.

ЦЕНТР РЕЧИ

В больших полушариях головного мозга сосредоточены **высшие психические функции**. Они служат главным командным центром нервной системы и связаны со всеми частями головного и спинного мозга. Именно сюда поступает информация из всех районов тела, от всех органов чувств, и отсюда же даются указания, как кому работать, и направляются в спинной мозг распоряжения о двигательных командах для мышц.

Врачи давно знали о симметрии в строении мозга. Им казалось, что такое устройство

мозга логично вытекает из устройства человеческого тела, пока Брока в начале XX века не сделал своего удивительного открытия.

Парижский врач **Поль Брока́** в юные годы работал прозектором. Уже став известным хирургом, он продолжал активно интересоваться строением человеческого тела, главным образом, мозга. В те годы в клинике Брока лечились два больных с заболеваниями ног. Кроме основного заболевания, с которым они поступили в больницу, у обоих уже много лет была нарушена речь. Практически они не могли произнести ни одного слова. Причина подобного явления тогда была еще совершенно непонятна, и лечить их даже не пытались. Скоро оба умерли, и на вскрытии выяснилось, что у обоих пациентов были поражены одинаковые районы левого полушария. Брока оказался прозорливым ученым. На основе всего двух случаев он сумел понять, что человеческой речью единолично руководит **левое полушарие** головного мозга.

Открытие Брока потрясло ученый мир и вызвало поток новых исследований. Они полностью подтвердили наблюдения Брока. Те отделы мозга, которые были поражены у его пациентов, впоследствии получили название моторных центров речи. Позже в том же левом полушарии был найден воспринимающий центр речи, сенсорный, как называют его ученые. В нем осуществляется анализ звуков человеческой речи. В конечном итоге оказалось,

что нашей способностью говорить и писать, понимать устную речь и читать написанное, мы полностью обязаны работе левого полушария. Что делает правое полушарие, ученые тогда еще не знали.

ТРУЖЕНИК

Разобраться в том, какие функции осуществляет каждое из полушарий нашего мозга, ученые смогли, когда научились выключать на некоторое время работу одного из полушарий человеческого мозга.

Попробуем представить себе человека, у которого работа правого полушария полностью выключена и работает один труженик — **левое полушарие** головного мозга. **Левополушарный человек** владеет речью в полном объеме. Он с видимым удовольствием заговаривает со знакомыми и незнакомыми людьми, говорит много, длинными сложными предложениями и буквально не дает своим собеседникам слова сказать. В обычном состоянии, когда человеку ничто не мешает пользоваться обоими полушариями, он так себя не ведет. Оказывается, **правое полушарие** сдерживает своего левого собрата, не давая ему и лишнего шага ступить.

Голос у левополушарных людей становится глухим, сиплым, гнусавым, лающим или визгливым, а речь утрачивает свой привычный

ритм. Ударения и в отдельных словах, и в целых фразах постоянно оказываются не там, где им полагается быть. Часто не сразу и поймешь, что человек хотел сказать. И уж совсем трудно догадаться, радует ли его то, что он рассказывает, или огорчает, задает ли он вопрос или выражает свое недовольство. Выделение голосом главного в речи, интонации, расстановка ударения не подвластны левополушарному человеку. Придать речи выразительность — одна из важнейших обязанностей правого полушария, и без него справиться с этим невозможно.

В отсутствие правого полушария мир звуков меркнет. Все, что не является человеческой речью, перестает волновать человека, обращать на себя его внимание. Грохот весеннего грома, курлыканье журавлей в осеннем небе, кукование кукушки, веселый смех ребенка — все кажется однообразно неинтересным шумом. Он не узнает этих звуков, не в состоянии ничего о них вспомнить.

Он не узнает мелодии знакомых песен, широко известных музыкальных произведений. Певец оказывается неспособен петь, музыкант — исполнять несложное музыкальное произведение.

Левополушарный человек, отлично понимая, что ему говорят, не способен по голосу узнать даже самого близкого человека: мать, жену, сына. Не может отличить мужчину от женщины. По интонации не в состоянии

догадаться, хвалят его или ругают. Анализ человеческого голоса, его интонации — также обязанность правого полушария.

Образная память, способность длительно сохранять впечатления об увиденном — тоже функция правого полушария. После его выключения человек без удивления будет рассматривать на картинке корову без хвоста или лошадь с отвислыми, как у спаниеля, ушами. Он просто не заметит на рисунках ни малейшего несоответствия. Ему трудно запомнить сложные фигуры, если для них нет специальных названий. Зато выучить длинное стихотворение или запомнить два десятка иностранных слов для левополушарного человека не составит большого труда.

Пока левое полушарие трудится в одиночку, большинство зрительных задач вызывает серьезные затруднения. Человеку трудно глазами отыскать на полке нужный предмет, трудно удержать на нем взгляд, совершенно невозможно уследить за быстро передвигающимися предметами. Даже самый восторженный поклонник футбола в период временного выключения правого полушария не сядет к телевизору, так как не сможет разобраться в происходящем на экране. Зато послушать спортивного комментатора не откажется. В словесном виде информация легко найдет дорогу в его мозг.

Для того, чтобы уметь писать и читать, иметь **правое полушарие** не обязательно толь-

ко в том случае, если речь идет о буквенной системе письма. У лиц, пользующихся иероглифами, способность читать и писать расстраивается полностью. Иероглиф — это фигурный знак, миниатюрное абстрагированное изображение, с помощью которого обозначают какой-то определенный предмет или понятие.



При нарушении образной памяти разобраться в иероглифах становится невозможно.

У **левополушарного человека** не нарушается устный счет. Количественная оценка окружающего мира, как и другие действия с абстрактными понятиями, — сфера деятельности левого полушария. Он легко подсчитает число находящихся перед ним предметов, решит в уме несложную задачу, а вот разобраться в написанных цифрах не сможет. Изображения чисел ближе к иероглифам, а потому представления о них хранятся в правом полушарии, так же, как нотные, топографические, дорожные знаки и другие символы.

«ТУНЕЯДЕЦ»

Правополушарный человек, то есть тот, у которого выключено левое полушарие, не может ни понять обращенную к нему речь, ни сам произнести ни одного слова. Тем более он не в состоянии писать, и, конечно, не понимает написанное.

Когда работа мозговых центров левого полушария начинает восстанавливаться, у человека появляется способность замечать звуки человеческой речи, откликаться на свое имя, потом понимать то, что ему говорят, и выполнять несложные инструкции. Так же постепенно восстанавливается активная речь. Сначала возникает способность издавать звуки, потом появляется способность повторять простые, затем все более сложные слова, называть самые привычные предметы, вроде ложки и чайника, позже такие, с которыми приходится сталкиваться нечасто: отвертка, револьвер, насос, фонендоскоп. Наконец, произносить целые предложения.

Интересно, что у правополушарного человека нарушен только речевой слух, а остальные звуки он прекрасно слышит, узнает и легко в них ориентируется. Он не спутает звонок телефона со звуком дверного звонка, дребезжание трамвая легко отличит от грохота грузовика, а карканье вороны — от лая собаки. Такой человек способен наслаждаться птичьим пением и легко отличит соловья от

малиновки или пеночки. Даже не понимая речи, он по голосу поймет, кто говорит, мужчина, или женщина, или ребенок, а по интонации догадается, был ли это вопрос или инструкция, хотя понять, в чем они заключаются, скорее всего не сможет. Наконец он безошибочно покажет, откуда раздался звук.

У правополушарного человека полностью сохраняются музыкальные способности. Он без труда узнает любимое музыкальное произведение, получит удовольствие от прослушивания, песен и романсов и даже сам мо-



жет напеть знакомую мелодию, еетественно, без слов. Знание нотной грамоты тоже не утрачивается.

Известно несколько случаев, когда выдающиеся музыканты из-за повреждения левого полушария теряли речь, но полностью сохраняли музыкальный талант. Так, французский композитор Морис Равель, потеряв дар речи и способность писать, продолжал сочинять музыку и сам записывал на бумагу свои произведения нотными знаками.

Даже если функции левого полушария нарушены лишь частично, память на речевые звуки страдает в первую очередь. Правополушарный человек простую комбинацию из трех звуков а-о-у сможет повторить лишь тотчас же после прослушивания. Через минуту он начинает путаться — уже успел забыть то, что только что услышал.

Ухудшение памяти на речевые звуки — одна из главных причин нарушения речи. Если правополушарный человек способен узнать каждый из пяти звуков, образующих слово, это еще не значит, что он поймет и само слово. Анализ каждого очередного звука мешает ему удержать в памяти предыдущий. Когда дойдет очередь до третьего звука, первый уже забыт!

Нарушение чтения тоже отчасти связано с нарушением памяти. Читая написанное слово, необходимо твердо помнить, какой звук соответствует каждой букве. Но даже если эта способность сохранена, слово сложить все же не удается, нужные звуки путаются в памяти, и получается белиберда. Однако некоторые особо важные, часто употребляемые слова правополушарный человек прочтет. Дело в том, что еще в раннем детстве при обучении чтению у детей возникает тенденция просто угадывать написанные слова, полностью игнорируя их буквенно-звуковой анализ. У взрослого человека навык чтения превращается в акт зрительного узнавания в лицо привычных

слов. Такие слова, как «мир», «Банк», «Москва», «НАТО» узнает даже человек с частичным нарушением работы левого полушария.

У правополушарного человека отличная образная память и образное восприятие мира. На незаконченных или искаженных рисунках он сразу заметит, что у чайника нет носика, у очков — дужки, у рыбки — глаза, а у собаки два хвоста. Правополушарный человек хорошо ориентирован в пространстве. Он отлично помнит расположение своей квартиры, городского квартала, целого района города. Он знает, где в комнате выключатель, где стоит утюг и лежат спички, как зажечь газовую плиту, пользоваться лифтом, включить телевизор. Всю эту работу выполняет правое полушарие. Оказывается, его совершенно зря считали «тунеядцем». Новейшие исследования показали, что правое полушарие трудится наравне с левым и у него много важных и ответственных обязанностей.

ДВУГЛАВЫЙ ОРЕЛ

У нормального здорового человека оба больших полушария головного мозга находятся в постоянном контакте и все дела выполняют совместно. А что произойдет, если их лишить возможности общаться друг с другом?

При некоторых тяжелых болезнях мозга больным приходится делать перерезку так

называемого мозолистого тела, то есть того участка мозга, где проходят нервные волокна, соединяющие большие полушария друг с другом. Операция не вызывает у больного сколько-нибудь серьезного снижения умственных способностей. Всех, кому доводилось наблюдать за людьми с разобщенными полушариями, больше всего поражает, как мало эта серьезная реконструкция мозга отражается на личности больного. Внешне поведение таких людей, пока им не дают специфических заданий, ничем не отличается от обычного. У них хорошая координация движений. Их походка не меняется. Если до операции больные умели плавать или ездить на велосипеде, они прекрасно это делают и с расщепленным мозгом. Перенесенная операция не мешает больным играть в теннис, и качество игры серьезно не снижается. Однако иногда с ними происходят удивительные казусы. Например, больной правой рукой включает зажигалку, чтобы зажечь газ, а левая рука в то же самое время закрывает краны на газовой плите, предварительно открытые правой рукой. Ничего удивительного в этом нет: левое полушарие, командующее у человека правой рукой, ничего не знает о том, что поручило в этот момент выполнить левой руке правое полушарие.

Перерезка мозолистого тела мешает согласованию любых вопросов, и в первый период после операции конфликты возникают постоянно. Описан случай, когда больной об-

наружил, что одной рукой спускает брюки, а другой их подтягивает. Видели, как больной схватил левой рукой свою жену и начал ее сильно трясти, а правой пытался помочь жене усмирить свою агрессивную левую руку.

Единственное утешение больных — возможность с самим собою играть в шашки и шахматы. Каждое полушарие выступает как самостоятельный игрок, передвигая фигуры подчиненной ему рукой, а поскольку они действительно имеют возможность держать



свои замыслы в секрете друг от друга, игра идет всерьез, без поддавков. Правда, обособившись от своего собрата, работая только на свой страх и риск, каждое из полушарий становится весьма посредственным игроком, а потому и качество игры не очень высоко, но удовольствия от игры больные получают ничуть не меньше, чем первоклассные игроки, а может быть, и больше, ведь за двоих!

Первое, что обращает на себя внимание при пристальном систематическом наблюдении

за больными, это игнорирование левой половины своего тела. Больной в повседневной деятельности обычно активно не пользуется левой рукой и ногой, хотя ничего, казалось бы, этому не мешает. Если его попросить сделать шаг с левой ноги, он четко выполнит задание, но, играя в футбол, будет бить по мячу только правой ногой и упавший на пол платок поднимет правой рукой, даже если для этого придется прервать начатую деятельность этой руки и предварительно ее освободить. Совершенно свободную в этот момент левую руку он к данной операции не привлечет.

Зрительная система человека устроена таким образом, что информация, попавшая в правое поле каждого глаза, направляется в левое полушарие, а информация из левого поля обоих глаз — в правое. Ученые в процессе исследований широко пользуются этим обстоятельством, адресуя с помощью специальных оптических устройств зрительную информацию отдельно каждому из полушарий.

Адресуя самую различную информацию по очереди в каждое из полушарий, удается узнать о них удивительные вещи. Если левому полушарию человека с расщепленным мозгом показать картинку, направив ее изображение в левую половину поля зрения обоих глаз, он отлично в ней разберется и сможет рассказать о мельчайших деталях. О той же картинке, изображение которой послано в правые поля каждого глаза, то есть адресовано

левому полушарию, он ничего сообщить не сможет. Скорее всего просто скажет, что ничего не видел.

Примерно так же он будет себя вести, если ему завязать глаза и в обе руки дать по совершенно одинаковому предмету. Знакомый предмет, находящийся в правой руке, он узнает. Рассказать о предмете, находящемся в левой руке, он не сможет. Обычно больные говорят, что в левой руке у них ничего нет или что она затекла и ничего не чувствует. Узнать, что у него в левой руке, больной может лишь взглянув на нее.

С чем связаны подобные нарушения? Отсутствие активности левых конечностей никоим образом не является следствием нарушения их подвижности. Просто принятие решений о тех или иных действиях — сфера деятельности левого полушария. Обычно оно дает соответствующие указания своему правому соседу, но после разобщения мозга команды левого полушария не доходят до правого. Поэтому левые конечности и остаются без дела.

Сходным образом объясняются нарушения восприятия. Разобщение полушарий не нарушает восприятия ими внешнего мира, но рассказать о том, что они ощущают, способно лишь левое полушарие, а после разобщения полушарий оно не может знать, какой информацией располагает правое полушарие.

Итак, разобщенные полушария человеческого мозга не теряют своей квалификации,

но их совместная работа разлаживается. Теперь они работают, как кустари-одиночки.

ЖАЖДА ОБЩЕНИЯ

Человек — существо социальное. Так устроен и воспитан наш мозг, таким он делает наше поведение. Известно, что человек, вырванный из социальной среды, лишенный человеческого общества, кстати сказать, точно



так же, как муравей, существовать не может. У робинзонов, людей, оказавшихся на необитаемых островах, длительное одиночество приводило к расстройству психики. К аналогичным результатам приводит продолжительное

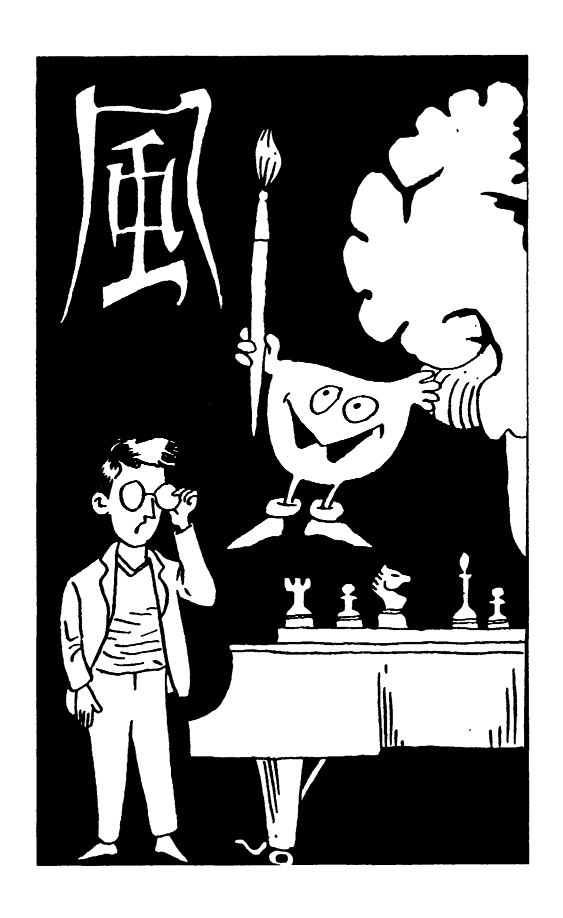
заключение в одиночных тюремных камерах. Революционер-народоволец и почетный академик Н.А. Морозов в своих мемуарах рассказывает о годах, проведенных в Шлиссельбургской крепости — самой страшной царской тюрьме, где он, отбывая наказание с группой народовольцев, приговоренных к пожизненному заключению, провел многие годы. Тюремный режим Шлиссельбургской крепости не допускал никакого общения заключенных — ни с товарищами по несчастью, ни с охраной. Психика некоторых из них этого испытания не выдержала.

Вот почему кажется вполне естественным, что большие полушария головного мозга, разобщенные хирургическим путем, пытаются найти способ общаться. Они сохраняют взаимную привязанность, способны друг у друга учиться и оказывать взаимопомощь при трудных заданиях, выполнить которые в одиночку не могут. Эта взаимопомощь полушарий может ввести в заблуждение врачей, вызвав предположение, что операция проведена недобросовестно и разобщение мозговых полушарий оказалось неполным. Вот пример такой взаимопомощи.

Правому полушарию больного в случайном порядке показывали красные и зеленые вспышки света. Правое полушарие прекрасно разбирается в цветах, но так как отвечать приходилось левому, речевому, а оно вспышек света не видело, то, естественно, постоянно

ошибалось. Однако когда больному разрешили угадывать с двух попыток, то есть сначала дать ответ, а через 5—10 секунд, не получив от испытателя оценки правильности своего ответа, подтвердить или опровергнуть его. С этого момента больной переставал ошибаться. Если с первого раза он угадывал правильно, то уже не отступал от своего ответа, а когда первый ответ оказывался неверным, недовольно морщил лоб и тотчас вносил в ответ поправку. Секрет успеха прост. Если правое полушарие видело зеленую вспышку, а левое угадывало неправильно, называя ее красной, то правое полушарие с досады морщило лоб. Эту мимическую реакцию немедленно замечало левое полушарие и, догадавшись, что сделана ошибка, вносило коррективы в свой ответ.

ГЕНИИ И ОЛУХИ ЦАРЯ НЕБЕСНОГО



Какое ты получил наследство?
Опоздание смерти подобно!
Нужно ли учиться смотреть?
И что же важнее?
Можно ли стать гением?

КАКОЕ ТЫ ПОЛУЧИЛ НАСЛЕДСТВО?

Во все времена и у всех народов каждый молодой человек мечтал быть не хуже своих сверстников и, хотя в этом подчас бывает трудно признаться даже самому близкому другу, хотел бы быть немножко лучше других, чем-то среди них выделяться, может быть, внешностью, какими-то талантами, спортивными достижениями, умением общаться со сложными механизмами, умом, наконец ловкостью или силой.

Отчего же бывает, что один человек становится токарем-виртуозом, чья слава распространяется далеко за пределами его родного завода, другой добивается всеобщего уважения как выдающийся инженер-конструктор, третий за шахматной доской одерживает одну победу за другой, четвертый, начав с того, что продавал газеты в вагонах электричек, всего за три года так разбогател, что купил магазин и продолжает «делать деньги», пятый стал композитором и сочиняет отличную музыку, а шестой не в состоянии напеть самую незамысловатую песенку, чтобы не сфальшивить, и даже не замечает собственной фальши.

Люди давно заметили, как велико сходство между родителями и детьми. Человеческий ребенок или детеныш любого животного, вырастая, обязательно наследует какие-то

индивидуальные черты своих родителей. В то же время судьба любого организма зависит и от условий, в которых он оказался. Если ребенка здоровых, умных и образованных родителей поместить в неблагоприятные условия жизни и не заниматься его воспитанием, то нужно ожидать, что, став взрослым, он не обнаружит ни могучего телосложения, ни здоровья и окажется невежественным. Можно ли узнать, какую часть умственных способностей человек получает в наследство от родителей, а какая часть развивается под воздействием окружающей среды и собственных усилий?

Иногда, причем не так уж и редко, у людей рождаются двойняшки. Среди них встречаются человеческие дубликаты — малыши с одинаковыми наследственными задатками. Они происходили из одной материнской яйцеклетки, которая, разделившись, дала жизнь двум одинаковым организмам. Они действительно одинаковы, так как у них абсолютно одинаковый набор генов. Близнецы дают уникальную возможность разобраться в вопросе, какую часть психических способностей ребенок получает в наследство от родителей, а какую он приобретает в процессе воспитания. Если такие однояйцовые близнецы почему-либо росли и воспитывались в разных семьях, но их психическое развитие было при этом одинаковым, это должно было свидетельствовать о том, что для психического развития



главным являются наследственные качества мозга, а воспитание большого значения не имеет. Напротив, если близнецы росли врозь и при этом сильно отличались по умственному развитию, это доказывало, что для становления интеллекта главным является особенности воспитания детей, а наследуемого качества серьезного значения не имеют.

При знакомстве с однояйцовыми близнецами невольно замечаешь между ними большое сходство. Об этом говорят и сами близнецы. Они отмечают, что часто одновременно произносят одну и ту же фразу, не сговариваясь, в одно и то же время начинают звонить друг другу по телефону, видят одинаковые сны, в школьных сочинениях излагают одни и те же мысли, выражают их одинаковыми фразами и делают одинаковые ошибки, дружат с одними и теми же людьми, влюбляются в одних и тех же девушек и юношей. Если один из двойняшек заболевает сахарным

диабетом, то вскоре заболевает и другой, а если аппендицитом, то операцию им приходится делать чуть ли не в один и тот же день.

У живущих вместе близнецов обычно бывают общие увлечения и одинаковые таланты. Отец Иоганна Себастьяна Баха Иоганн Амбросиус и его брат-близнец Иоганн Христофор были очень похожи друг на друга. Их речь, образ мысли — всё было одинаковым. В музыке их тоже нельзя было отличить. Они одинаково играли, одинаково развивали тему. Если один болел, то болел и другой.

Такое же большое сходство было между оперными дирижерами-близнецами Вольфом и Вилли Хейницами. Их интерпретация музыкальных произведений и манера дирижировать были настолько схожими, что они во время антракта часто подменяли друг друга, но никто из певцов, оркестрантов и публики не замечал подмены.

Близнецы Огюст и Жан Пикары имели сходные дарования. Огюст стал физиком, Жан — химиком. Первый получил кафедру в Бельгии, второй — в Америке. Оба прославились полетом в стратосферу.

Сходные примеры известны и о близнецах, которые росли раздельно. Малышей Адамсонов разлучили сразу же после рождения. Один из них детство провел на ферме своего деда под Парижем, а его брат в — Техасе на ферме отца. До 50 лет близнецы не знали о существовании друг друга, однако их судьбы ока-

зались на удивление схожими. Оба с детства занимались спортом, хорошо учились в школе, у обоих обнаружились способности к физике и математике. Став взрослыми, они работали инженерами-электриками. В возрасте 24 лет оба женились, через два года в каждой семье появилось по первому ребенку, а еще через четыре — по второму. Всю жизнь братья коллекционировали марки. В 45 лет оба заболели туберкулезом и умерли почти одновременно, не дожив всего одного года до 60 лет.

Подобных примеров, когда судьба и психические качества однояйцовых близнецов, воспитывающихся раздельно, оказалась весьма сходной, известно относительно немного, но они существуют и широко используются некоторыми учеными в качестве доказательства, что психические способности и одаренность людей во многом зависят от наследственных факторов.

ОПОЗДАНИЕ СМЕРТИ ПОДОБНО!

Мы убедились, что наследуемые генетические факторы имеют существенное значение в развитии умственных способностей человека. А какую роль играет воспитание, тренировка нашего мозга?

В Индии существует легенда о том, как царь Джелал-уд-Дин Акбар решил выяснить, какой язык был на Земле самым первым. Он

приказал отобрать у 12 женщин детей сразу же после их рождения и запереть в хорошо охраняемой башне, а чтобы они ни в чем не нуждались, велел приставить к ним немых мамок и кормилиц. Царь думал, что если детей не учить никакому языку, то они заговорят сами на самом древнейшем, самом первом человеческом языке. Через 12 лет царь приказал привести к себе этих детей. Оказалось, что они не умеют говорить ни на одном языке мира. Сегодня известно, что если маленького ребенка с момента рождения лишить возможности слышать человеческую речь, обучаться языку, он, мало того что не заговорит сам по себе, но даже потом, как бы его ни обучали, овладеть речью уже никогда не сможет.

В настоящее время известно 40 случаев, когда маленьких детей находили в саванне или джунглях, и имелось основание считать, что они выросли среди диких животных. Чаще всего в качестве воспитателей называют волков, хотя рассказывают и о детях, живших в семьях медведей, павианов и других животных. Ученые часто сомневаются в достоверности таких историй. В последние годы итальянскому зоологу удалось снять фильм о поведении мальчика, живущего в стае газелей.

Все «человеческие детеныши», отнятые у животных, были психически неразвитыми, поэтому раньше делалось заключение, что это психически неполноценные дети, случайно



заблудившиеся в лесу. В них не было ничего человеческого, но откуда же им было его набраться, живя с животными? Звериные приемыши даже не умели ходить на двух ногах. Этому им тоже не у кого было учиться, ведь они жили в среде четвероногих и никогда не видели двуногих существ. Поэтому дети-волки, как и их приемные родители, бегали на четвереньках.

Нужно ли объяснять, что говорить они тоже не умели и, в отличие от киплинговского Маугли, вернувшись в человеческое общество, овладеть речью были не в состоянии. Никто из сорока найденышей не рассказал о своей жизни в волчьем логове или среди обезьян. Наибольшую известность получила одна из историй, случившихся в Индии.

Однажды из волчьего логова взяли сразу двух девочек. Старшую, которой, вероятно, было 7—9 лет, назвали Камлой, полуторогодовалую малышку — Амлой. Как и другие «дети джунглей», воду они лакали языком,

по-собачьи, пищу хватали прямо ртом. Приемные родители не могли научить их брать пищу руками. А вот малыш, который жил среди обезьян, пользовался руками очень активно.

Спасенные девочки ходить, конечно, не умели. Стоять Камла смогла только на третий год после возвращения к людям, да и то, если ее сзади поддерживали. Много позже она научилась и ходить, но делала это очень неуверенно, а если спешила, то становилась на четвереньки и бежала по-собачьи.

Еще хуже у девочек дело обстояло с речью. Камла в течение первых четырех лет научилась произносить всего 6 слов, позже дело пошло веселее, и после семилетнего обучения она овладела 45 словами. Амла обучалась быстрее и за год выучила 50 слов. Она подавала некоторые надежды стать полноценным человеком, но, к сожалению, скоро умерла.

Оказывается, чтобы овладеть речью, ребенок должен в течение первых шести лет жизни регулярно слышать человеческую речь и иметь возможность повторять услышанные слова, иными словами, обучаться речи. В более поздние годы научиться говорить хотя бы как хорошо обученный попугай человек уже не сможет. Существуют и другие навыки, которые можно приобрести лишь в раннем детстве. Среди них умение запоминать и узнавать человеческие лица. Вот какое значение имеет воспитание и обучение в жизни людей.

НУЖНО ЛИ УЧИТЬСЯ СМОТРЕТЬ?

Верный спутник русского путешественника В.К. Арсеньева и герой его книги «В дебрях Уссурийского края» гольд (нанаец) Дерсу Узала частенько удивлялся тому, как русские исследователи плохо ориентируются в жизни тайги, и при этом сокрушенно говаривал: «Глаза есть, а посмотри — нету!»

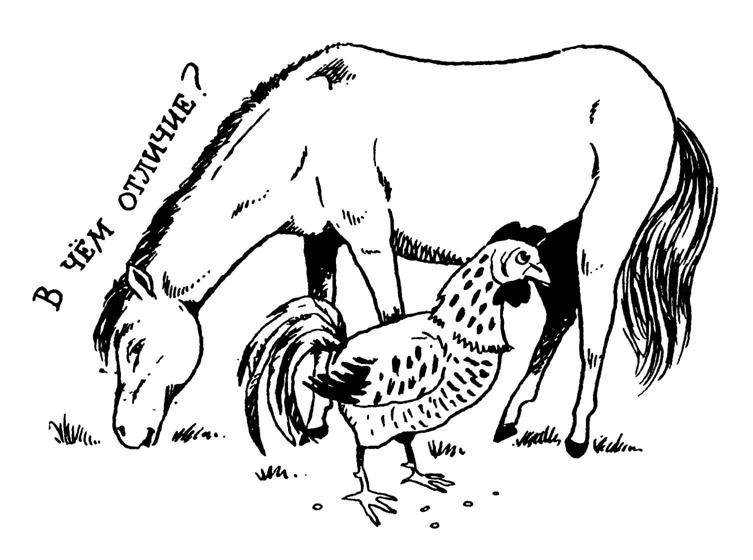
Опытный следопыт и охотник знал, что смотреть нужно умеючи и для этого нужно учиться смотреть.

Известно немало случаев рождения слепых детей. Причиной слепоты чаще всего бывает нарушение прозрачности одной из оболочек глаза — **роговицы**, так называемое бельмо. Когда-то судьба таких детей была трагичной. Однако во второй половине XX века медики научились удалять бёльма и восстанавливать прозрачность роговицы. В те годы многим слепым от рождения людям, уже достигшем возраста 40—50 лет, врачи вернули зрение. Неожиданно оказалось, что сделать восстановительную операцию легче, чем слепым от рождения людям научиться видеть.

Врачи лишь отчасти были готовы к такому развитию событий. Они, конечно, понимали, что слепые от рождения люди не знают, что такое цвет, что им придется учиться разбираться в определении цвета и оттенков окружающих предметов и запомнить, заучить

их названия: что мы называем красным, а что зеленым. Но оказалось, что прозревшие люди, легко замечая разницу между цветом предметов, долго не могут запомнить названия этих цветов. То же самое относилось к форме предметов. Прозревшим людям приходилось учиться отличать шар от куба, хотя на ощупь они прекрасно умели это делать. Особенно трудно им было отличить на глаз круг от шара или квадрат от куба. Сложные по форме предметы вызывали еще бóльшие затруднения.

Описан случай, когда больной очень долго не мог отличить петуха от лошади. Видимо, в его мозгу неправильно сформировались различительные признаки. Путаницу внес хвост, достаточно пышный и у лошадей, и у петухов. Привлечь для опознания подсчет



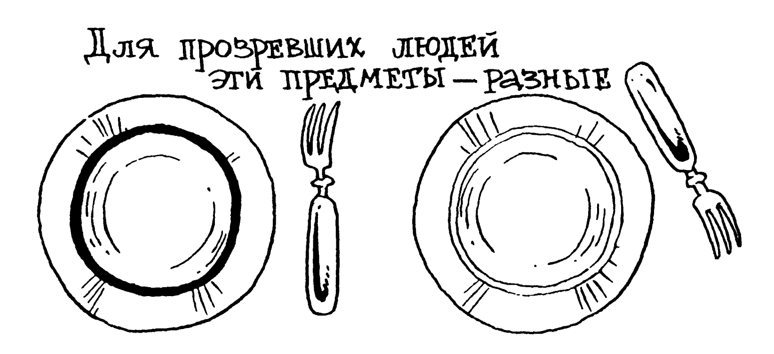
ног этот больной долго не догадывался. Другой больной не сразу научился отличать ложку от вилки, поскольку у них были схожие черенки.

Очень трудным для восприятия оказалось то, что ранее не было осязательно известно больному. Одному из таких больных в возрасте 48 лет через 6 месяцев после восстановления зрения предложили нарисовать трехэтажный дом, весь нижний этаж которого занимала кондитерская. Здание с детства было ему знакомо, но лишь на высоту поднятой руки. В пределах давно знакомой зоны больной справился с заданием довольно успешно, но чуть выше рисунок обрывался: никаких зрительных представлений о верхних частях здания он так и не получил.

Большие затруднения у прозревших вызывало чтение. Больному в возрасте 52 лет, умевшему читать по методу Брайля, то есть с помощью точечных выпуклостей бумаги, заменявших буквы, и еще в школе научившемуся узнавать на ощупь крупные выпуклые буквы, почти не потребовалось специального обучения, чтобы научиться узнавать крупные печатные буквы. Зато мелкие прописные, о существовании которых он раньше не подозревал, долго ему не давались. В конце концов за три года он сумел научиться читать только наиболее простые и короткие слова.

Зрению приходится учиться. Люди, прозревшие после оперативного вмешательства и

уже научившиеся узнавать основные предметы, продолжали путаться при малейшем изменении ситуации. Если такой пациент научился узнавать тарелку, имеющую синий ободок, то в таком же по форме и размеру фарфоровом предмете с золотым ободком он тарелки не увидит. Он не узнает ложки, если ее положить не перпендикулярно к краю стола или не тем концом к едоку.



Обычно судьба поздно прозревших людей трагична. Большинство из них в конце концов отказывается пользоваться зрением и впадает в сильнейшую депрессию, несмотря на то, что до восстановления зрения они были хорошо адаптированными к своему дефекту и достаточно жизнерадостными людьми. Это иллюстрация к тому, как важны для человека первые годы жизни, во многом определяющие его личность.

Думаю, что примеров, знакомящих с развитием речи и зрения, вполне достаточно, чтобы понять, какое колоссальное значение имеет

обучение, тренировка нервных клеток нашего мозга, без которой никакие задатки, полученные от родителей, не помогут ребенку стать по-настоящему полноценным человеком.

И ЧТО ЖЕ ВАЖНЕЕ?

Какова же подлинная роль наследственности и что все-таки важнее для умственного развития: врожденный индивидуальный потенциал человека или влияние окружающей среды, ближайшего окружения, тех людей, среди которых растет ребенок?

Сегодня уже невозможно отрицать сильнейшее влияние на развитие мозга особенностей воспитания, влияния социальной среды. В конце концов ученые признали, что обе причины, влияющие на развитие умственных способностей человека, имеют равное значение. Но, оказывается, и правильные научные представления можно исказить до неузнаваемости и сделать из них заведомо ложные выводы.

Спросите любого ученого, каждый ли человек способен умственно развиваться? Он вам ответит: «Безусловно, каждый!» И тут же обязательно добавит: «Но только до определенного предела».

Чем же определяется этот предел? Конечно же, врожденными задатками и особенностями строения и функционирования нашего мозга. Оспаривать это утверждение бессмысленно:

возможности человеческого мозга не беспредельны. Возможно, у любого человека с врожденным отсутствием музыкального слуха путем упражнений удастся его развить, но вряд ли он станет выдающимся музыкантом или композитором.

Предел для умственного развития не выдумка, но, к сожалению, практические выводы, которые делаются из этого утверждения, временами не выдерживают никакой критики. Если одни ученые разрабатывают более совершенные методы воспитания и обучения, нацеленные на развитие и совершенствование мозга, другие используют результаты этих исследований для обоснования классового и расового неравенства людей. Созданная ими теория наследственной одаренности положена в основу представления о происхождении классового общества. Эти ученые утверждают, что классы складываются в соответствии с биологическим потенциалом умственного развития всех его членов, и каждый человек занимает в обществе то положение, которое отводится ему в соответствии с возможностями его психического развития. Профессиональные успехи человека и, соответственно, его финансовые доходы и имущественное состояние целиком обусловлены наследственными задатками. Отсюда они делают категорический вывод о неприемлемости любых социальных преобразований внутри своих стран и изменений межгосударствен-

ных отношений. Для них якобы «очевидна» бессмысленность демократизации школьного обучения, бесполезность создания равных шансов при обучении для представителей всех слоев общества и нелепость оказания какой-либо помощи социально ущемленным личностям.

Представления о существовании предела для умственного развития были приняты как руководство к действию расистами всех мастей, кичившимися своим превосходством, а в действительности не ощущавшими себя способными одержать верх над представителями «низших» рас при свободной с ними конкуренции и старавшимися обеспечить свое превосходство путем резкого ограничения уровня образования для тех, кого они не относили к элитной категории людей. Именно современные расисты завели разговор об избирательном подходе к школьному образованию для разных групп населения. «Образовательные привилегии» — это новая разновидность расизма. Нужно ли объяснять, что «образовательные привилегии» — человеконенавистническая идея. Ей в нашей стране должен быть поставлен заслон!

Безусловно, индивидуальный подход к воспитанию и обучению детей полезен, но он необходим только для того, чтобы обеспечить максимально гармоничное развитие личности, чтобы как можно полнее использовать возможности мозга учащихся.

МОЖНО ЛИ СТАТЬ ГЕНИЕМ?

Мозг новорожденного ребенка весит примерно 335 граммов, а к 15 годам увеличивается в четыре раза — до 1350 граммов, практически достигая массы мозга взрослого человека. Все то время, пока мозг растет, происходит совершенствование его конструкции: между нервными клетками устанавливается все больше связей, уточняются и усложняются программы работы. Особенно интенсивно развиваются и совершенствуются те системы мозга, которые постоянно «трудятся», а те, которым работать приходится редко, заметно отстают в своем развитии.

В наши дни ученые ежегодно делают крупные открытия. Быстрыми темпами растут наши знания о законах окружающего нас мира, создаются все более сложные и совершенные машины, изобретаются различные приборы. Все сложнее и насыщеннее становятся программы обучения в вузах, увеличивается объем предметов в школьных программах. И возникает вопрос, не подходим ли мы к пределу работоспособности нашего мозга, способности усваивать все увеличивающийся поток знаний.

К счастью для человечества, опасаться этого пока не приходится. Обидно другое. Мы еще не научились эффективно пользоваться нашим мозгом, разумно реализовывать его резервы. Как считают специалисты в области физиоло-

гии мозга, даже самые выдающиеся ученые и мыслители используют возможности своего мозга в лучшем случае лишь наполовину.

Со времен нашего далекого первобытного предка, умевшего всего лишь пользоваться дубиной да изготовлять нехитрые каменные орудия, мозг человека, видимо, существенно не изменился. Жизнь предъявляет к людям



все новые повышенные требования, но мозг современного человека по-прежнему обладает огромными потенциальными возможностями. И он способен работать более напряженно и усваивать значительно больше информации, если его работу организовать рационально.

Чтобы показать, как далеко может пойти совершенствование человеческого мозга, расскажу об одном эпизоде из работы детской

секции, функционировавшей когда-то в Ленинграде при одном из Дворцов культуры Университета технического творчества. В ней у ребят развивали фантазию и учили решать технические проблемы.

Однажды секция проводила встречу ребят со знатным изобретателем страны. Он познакомил их со своим творчеством и рассказал об изобретении, которое ему далось труднее всего. Несколько лет он обдумывал возникшую проблему, но не находил удовлетворительного решения. Гость уже собирался перейти к рассказу о том, чем завершилась его работа, но руководители секции предложили сделать короткий перерыв, чтобы дать возможность ребятам самим подумать над решением проблемы. К крайнему удивлению изобретателя, за время перерыва несколько членов секции, каждый совершенно самостоятельно, нашли адекватное решение поставленной перед ними проблемы. То, на что у одного человека (и, нужно сказать, у человека опытного) ушли годы, кружковцами было сделано в течение получаса.

Рассказ о юных изобретателях показывает, что развить свой **мозг** доступно каждому. Другое дело, что если избегать умственной работы, не загружать свою память важной информацией, не тренировать свой мозг на решении трудных умственных задач, то развитие психики неизбежно замедлится.

ВРАГИ-КРОХОТУЛИ



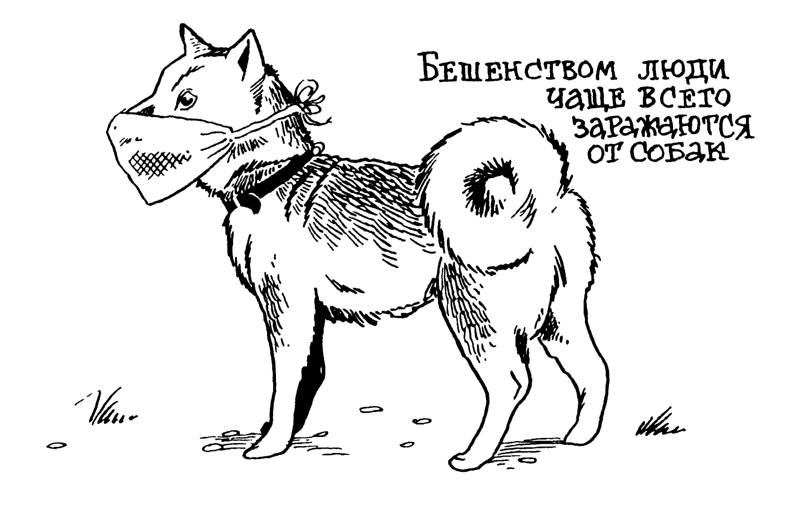
Вся жизнь в борьбе
Луи Пастер: враг обнаружен!
Роберт Кох: враги названы поименно
Стратегия борьбы
И.И. Мечников: если враг не сдается, его... глотают!
«А паразиты — никогда!»
Киллер и наводчик
Биологическое оружие
Иммунитет — штука универсальная
Невидимое оружие
А. Флеминг: антибиотики
Драгоценные паразиты

ВСЯ ЖИЗНЬ В БОРЬБЕ

Опасные **микробы, вирусы, болезнетворные одноклеточные существа** окружают нас, в одиночку или огромными компаниями проникают в наш организм, часто не нанося нам ощутимого вреда, но нередко вызывая болезнь. Нашему организму постоянно приходится быть начеку и вести борьбу с агрессорами. Если болезнь все-таки начала развиваться, но борьба идет успешно, человек поправляется. Когда организм подготовлен к этой борьбе, когда он во всеоружии, мы часто этой борьбы даже не замечаем: вторгшиеся армии крохотных врагов будут быстро уничтожены еще до того, как они размножатся в нашем организме, и болезнь не разовьется.

Почему же в одних случаях победа над вторженцами дается легко, в других борьба происходит с переменным успехом, а иногда мы терпим поражение? Серьезно задумываться над этим стали довольно давно. Сегодня мы знаем, что одни возбудители болезней не могут размножаться в нашем организме. Поэтому серьезной борьбы с ними не возникает. Например, вирусы и микроорганизмы, вызывающие заболевания растений, как правило, для человека и животных совершенно безвредны. А растения, естественно, не могут заразиться от человека брюшным тифом.

О возбудителях болезней животных нельзя сказать безапелляционно, что они для



человека не опасны. Бешенством люди чаще всего заражаются от собак, реже от кошек и других животных. Желтой лихорадкой в городах люди заражаются друг от друга, а в сельской местности — от обезьян и других тропических животных, правда, в обоих случаях не непосредственно, а с помощью комаров. Но чумкой, которой подчас так тяжело болеют наши любимцы — собаки и кошки, человек заболеть не может. В свою очередь, ни собаки, ни кошки корью не заразятся. Такую невосприимчивость к инфекционным заболеваниям называют природным, или врожденным, иммунитетом.

Люди давно заметили, что многими опасными инфекционными болезнями человек и животные могут болеть лишь один раз в жизни, а если заболевают повторно, то болезнь протекает легко, иногда почти незаметно для

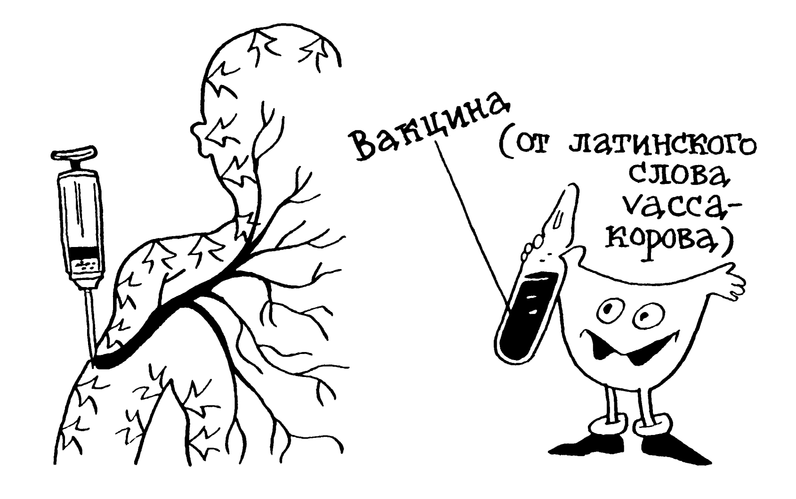
человека. Это явление дало толчок к изучению способов борьбы с возбудителями болезней и, что, согласитесь, немаловажно, поискам способов предотвращения и лечения инфекционных заболеваний.

Честь внедрения в медицинскую практику способа предотвращения оспы принадлежит английскому сельскому врачу Э. Дженнеру. Этой болезнью, кроме человека, болеют обезьяны и некоторые другие животные. Человеческая (черная, или натуральная) **оспа** унесла жизни миллионов людей, но большинство животных ею не болеют. Мышиная оспа поражает мышей и некоторых грызунов. Если в виварий попадает зараженная оспой белая лабораторная мышь, погибают все мыши вивария, но для человека эта оспа совершенно безопасна. Обезьяньей оспой болеют и люди, но несколько легче, чем черной. Наконец, существует коровья оспа. Коровы переносят ее легко, часто болезнь ограничивается тем, что на коровьем вымени возникает несколько оспин. Доярки обычно заражаются от этих оспин, но болезнь и у них протекает легко, а оспины, как правило, возникают лишь на руках.

Люди, переболевшие коровьей оспой, во время эпидемий черной оспы обычно ею не заражаются, а если и болеют, то легко. Об этом знали еще 5 тысяч лет назад. Уже тогда люди заметили, что болезнь передается через выделения из оспин, главным образом с помощью

оспенных корочек. Даже во время крупных эпидемий часть людей болела легкой формой оспы. Уже тогда это породило мысль специально заражать людей этой легкой формой, чтобы предохранить от заболевания тяжелой. Этим методом пользовались повсеместно. Особенно настойчиво его пропагандировала жена английского посла в Константинополе леди Монтегю. В 1717 году она привила оспу сыну. Ее пример оказался настолько «заразительным», что в 1768 году Екатерина II решила сделать прививку себе и сыну Павлу. В Пскове нашли мальчика, больного легкой формой оспы. От него взяли прививочный материал. Прививка прошла благополучно, и императрица в благодарность пожаловала мальчику княжеский титул и нарекла его князем Оспенным.

Дженнер много лет наблюдал за английскими доярками, заболевшими оспой и наконец в 1796 году перед собранием врачей и любопытных привил здоровому восьмилетнему мальчику коровью оспу, а шесть недель спустя, также публично, дважды пытался заразить его настоящей оспой. Мальчик не заболел, и Дженнер начал пропагандировать оспопрививание. С тех пор прививочный материал, используемый для выработки у человека и животных невосприимчивости к инфекционным заболеваниям, принято называть вакциной Это название произошло от латинского слова vacca (вакка) — корова, и хотя



подавляющее большинство современных вакцин никакого отношения к коровам не имеет, слово это прочно закрепилось в словаре медиков, а вакцинация быстро получила всеобщее признание и во многих странах стала обязательной, что позволило этим государствам покончить на своей территории с эпидемиями черной оспы.

ЛУИ ПАСТЕР: ВРАГ ОБНАРУЖЕН!

Многие из тех болезней, которые сегодня мы называем **инфекционными**, были известны и древним народам. Они обращали на себя внимание тем, что принимали характер массовых заболеваний — эпидемий, отличались тяжелым течением и гибелью больных.

Считалось, что они вызываются миазмами, ядовитыми гнилостными испарениями, распространяющимися в воздухе, в воде и в почве и, как заметили много позже, исходящими от больных людей. Считалось, что в определенных местах они находятся с незапамятных времен. Например, «тяжелый» воздух болот и неприятная на вкус болотная вода считались причиной возникновения малярии, а дурной воздух городов, образующийся



в местах скопления мусора и нечистот, а также в перенаселенных жилых районах, — причиной таких болезней, как чума и холера. Другие были уверены, что эпидемии нам посылаются свыше как кара за грехи людей.

Нужно признать, что еще две тысячи лет назад у людей возникали догадки о живой природе «прилипчивого начала», но эти предположения ничем серьезным не были подтверждены, а потому и не получили всеобщего

признания. Даже книга Дж. Фракасторо «О контагиях, контагиозных болезнях и лечении», вышедшая в середине XVI века, не убедила врачей в том, что причиной многих болезней являются контагии — своеобразные живые существа — возбудители инфекции. Ими могли бы быть бактерии, но с бактериями ученый мир познакомился много позже.

Первый, кто действительно имел право заявить о том, что микробы способны вызывать болезнь, был французский ученый **Луи Пастер**. Свою научную деятельность он начал с кристаллографических исследований. В то время открыли удивительное явление — способность растворов некоторых веществ отклонять особым образом сформированный световой поток то в левую, то в правую сторону.

Молекулы подавляющего числа органических веществ бывают представлены в двух вариантах (их называют изомерами). Химически их очень трудно отличить друг от друга, так как они построены из атомов одинаковых веществ, соединенных в одной и той же последовательности, могут участвовать в одних и тех же химических реакциях и формой похожи друг на друга, но похожи не абсолютно, а как объект и его отражение в зеркале. Оказалось, что раствор одного вида молекул отклоняет световой поток влево, а раствор другого — вправо. Эти виды изомеров получили соответственно название правых и левых (точнее право- и левовращающих).

Пастер экспериментировал с раствором винной кислоты, в котором право- и левовращающие молекулы находились примерно в одинаковом количестве. Такой раствор не способен изменить направление светового потока. Однажды в растворе завелись какие-то микробы, питающиеся молекулами винной кислоты (правильнее сказать, использующие их для своей жизнедеятельности), и через некоторое время этот раствор стал отклонять световой поток влево. Пастер понял, что микробы «съели» правовращающие молекулы винной кислоты, и сделал два важных вывода. Во-первых, о том, что деление молекул органических веществ на правые и левые имеет для живых существ чрезвычайно важное значение, и во-вторых, что микробы играют в жизни живых существ очень важную роль.

В те годы спирт получали путем сбраживания свекловичного сахара. При этом каждая молекула сахара распадается на молекулу этилового (винного) спирта и молекулу углекислого газа. Однажды во французском городе Лилле растворы сахара начали прокисать, так как в них почему-то каждая молекула сахара распадалась на две молекулы молочной кислоты.

Предположение Пастера, что во всем виноваты микроорганизмы, химики высмеивали как несусветную чушь. Они спрашивали, как эти крохотули, которых без микроскопа и не увидишь, могут влиять на производство

спирта? Пастер решил разобраться в этом вопросе и выяснил, что если брожение осуществляется с помощью дрожжей, сахар превращается в спирт, а если с помощью каких-то палочковидных или сферических микробов, из сахара образуется молочная кислота. Интересно, что уже тогда процессы, приводящие к порче вина и пива, с которым он тоже экспериментировал, Пастер называл болезнями этих веществ. Видимо, уже тогда догадывался, что микроорганизмы способны вызывать болезни и у людей.

Окончательно в этом убедили Пастера шелковичные черви. Во Франции развитию шелководства мешали частые болезни гусениц шелкопрядов — шелковичных червей. Пастер доказал, что виновниками болезни являются микробы.

И если микробы способны вызвать болезнь шелковичных червей, почему они не могут быть виновниками многих непонятных болезней человека, таких, которыми люди заражаются друг от друга?

Ученый мир встретил утверждение Пастера в штыки. Одни ученые считали выводы Пастера о микробной природе болезни шелковичных червей ошибкой, другие допускали, что под влиянием микробов у шелковичных червей могла развиться болезнь, но согласиться с тем, что такие малявки могли оказывать какое-то влияние на такое крупное существо, как человек, категорически не

могли. Позже Пастер не только доказал свою правоту, но и разработал методы предохранения от некоторых смертельно опасных инфекционных болезней.

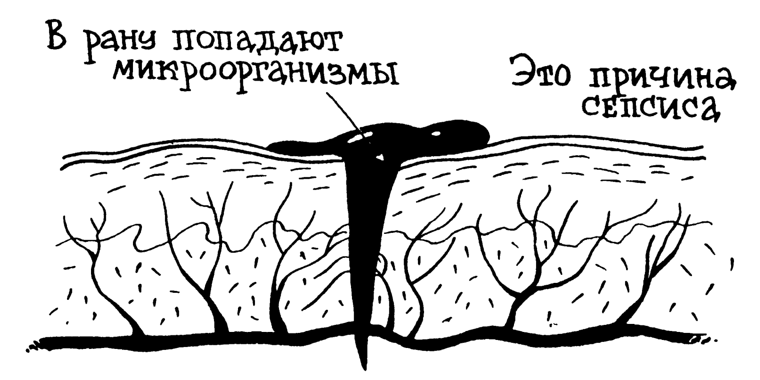
РОБЕРТ КОХ: ВРАГИ НАЗВАНЫ ПОИМЕННО

Среди заслуг Пастера важное значение имеют исследования, доказавшие, что не только высокоорганизованные существа, но даже микроорганизмы не способны самозарождаться из воздуха, воды, почвы, ила или какой-нибудь иной грязи. Выяснилось, что они размножаются, как и все живые существа, обитающие на Земле, а в кастрюлю с супом или в свежеотжатый виноградный сок попадают из воздуха, где их всегда полным-полно. Это открытие сразу получило воплощение в различных отраслях хозяйственной деятельности, а позже повлияло и на медицинскую практику.

В первой половине XIX века в хирургическую практику были внедрены **методы обезболивания**. Теперь хирурги получили возможность осуществлять сложные операции, проведение которых занимает много времени. Казалось, это должно было дать мощный толчок к развитию хирургии, но этого не произошло. Сложные операции, особенно длительные, как правило, осложнялись нагноением ран и сепсисом, «гнилокровием», как

называли его в древности, которое приводило к гибели больного. Это побуждало хирургов отказываться от сложных операций.

Сепсис, осложняющий лечение ран, возникает из-за проникновения в кровь (в кровяное русло) различных микроорганизмов и выделяемых ими микробных ядов — токсинов. Медики называют сепсис общей гнилостной инфекцией, а в быту его нарекли «заражением крови».



Врачи Древней Греции считали, что сепсис возникает в связи с нарушением соотношения четырех жидкостей человеческого организма: крови, слизи, желтой и черной желчи, по мнению древних философов определявших состояние здоровья или болезни человека. Эти представления бытовали в умах врачей достаточно долго. Позже медики стали искать настоящие причины сепсиса. Крупнейший русский хирург **Н.И. Пирогов** считал, что сепсис есть миазматическое заболевание. Он предполагал, что миазмы образуются в

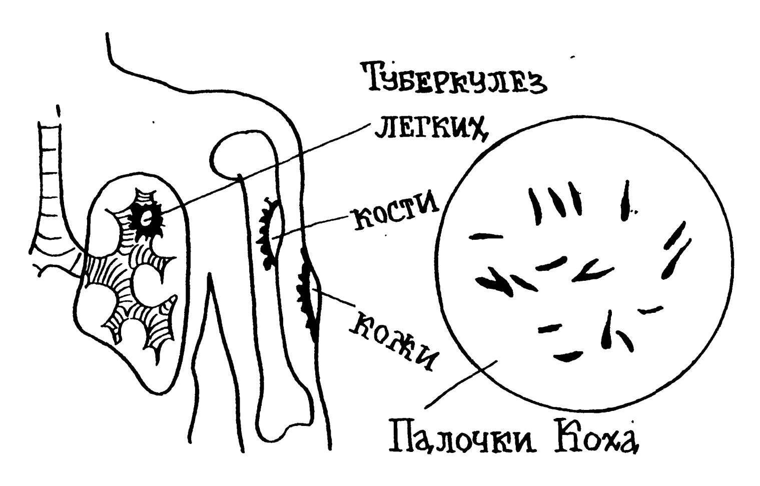
тканях раны, подвергшихся обширному разрушению, накапливаются в воздухе больниц, пропитывают белье, оседают на стенах и на всех предметах и поражают других больных. Меры, необходимые для предотвращения возникновения сепсиса, Пирогов разработал задолго до опубликования результатов исследований Пастера.

Молодой английский хирург Джозеф Листер был значительно моложе Пирогова. Он был знаком с открытиями Пастера, и они произвели на него глубокое впечатление. Он понял, что если в чашку с бульоном может попасть такое количество микроорганизмов, которое способно его испортить, то почему они не могут осесть на обнаженных тканях хирургической раны и натворить там бед? Он разработал меры, которые предотвращали попадание микроорганизмов в хирургические раны, и добился резкого снижения случаев хирургического сепсиса. Методы Листера постепенно получили признание врачей. Они убедили всех в том, как могут быть опасны **микробы**, и это заставило ученых заняться изучением вопроса, какие именно микробы способны причинить вред человеку.

Первой была названа **бацилла**, вызывающая заболевание **сибирской язвой**. На последней стадии болезни в крови больного животного в огромных количествах появляются неподвижные палочковидные бактерии. Впервые они были обнаружены в 1850 году,

и в последующие 15 лет ученые регулярно находили их в крови животных, зараженных сибирской язвой. В крови здоровых животных обнаружить их не удавалось. Окончательно виновность этой бактерии в возникновении заболевания сибирской язвой доказал в 1876 году немецкий сельский врач **Роберт Кох**. Проводя опыты в своей домашней лаборатории, он убедился, что этими бактериями, взятыми от больного животного, можно заразить мышь, а от нее другую, и так далее.

Позже Кох открыл возбудителя туберкулеза — туберкулезную палочку, получившую название «палочки Коха», и возбудителя холеры. Подвижный микроб — холерный вибрион — под микроскопом имеет вид запятой и несет подвижный жгутик, который и позволяет микробу передвигаться. За 25 лет работы института Пастера в Париже и института Коха, созданного для ученого в Берлине, было



открыто большинство важнейших бактерий, вызывающих болезни человека. Большинство наших крохотных врагов медики стали узнавать «в лицо». Большинство, но далеко не всех. Врачи, начинавшие свое медицинское образование вскоре после войны, учились по учебникам, в которых говорилось, что возбудители гриппа, скарлатины, натуральной (черной) оспы, бешенства, ящура и ряда других инфекционных болезней еще не известны.

Наука развивается все убыстряющимися темпами. Медицинская микробиология, зародившаяся в последней четверти прошлого столетия, получила впечатляющее развитие практически на глазах одного поколения людей и спасла нас от многих опасных болезней.

СТРАТЕГИЯ БОРЬБЫ

Проанализировав все, что было известно о предупреждении заболевания черной оспой, Пастер сформулировал основное правило, следуя которому можно предохранить человека от возбудителей любой болезни. Оно основывалось на наблюдениях, показавших, что организм животных и человека после знакомства с ослабленным, не способным вызвать серьезного заболевания микроорганизмом, оказывается в состоянии бороться с нормальными агрессивными микробами, и дело до болезни может не дойти.

В чем же заключается знакомство организма с ослабленными микробами? В возможности узнавать этот вид микроорганизмов. Опознавательным признаком является, конечно, не их внешний вид, размер или «поведение». Опознаются микробы по особенностям молекул тех веществ, из которых построены их тела. Ничего необычного в подобном «химическом» опознании нет. Нас же не удивляет, что собака узнает своего хозяина по запаху, то есть по каким-то особенностям молекул летучих веществ человеческого тела.

Когда это поняли, стало ясно, что для знакомства организма с микробами совсем не обязательно, чтобы они были живыми. Важно лишь, чтобы молекулы веществ, по которым организм их узнает, не были бы разрушены. Поэтому теперь для выработки иммунитета, для знакомства организма с возбудителями болезни, используют вакцины с убитыми микробами. Вакцины, содержащие тела мертвых возбудителей болезней, не могут вызвать у человека даже легкого заболевания. А убить микробов гораздо проще, чем ослабить их, сделав достаточно хилыми и безопасными.

Может случиться, что с возбудителями многих опасных болезней человек никогда не столкнется и такое предварительное знакомство никакой пользы ему не принесет. Такой вариант возможен, но если человек, не сделавший своевременно прививки, все же встретится с опасными микроорганизмами,

это сулит ему гораздо большие неприятности, чем сама процедура прививки.

Обычно организм высших животных и человека уничтожает молекулы всех непривычных для него органических веществ, попавших в кровь или в клетки тела. Во время «знакомства» организм учится разрушать их и заготавливает вещества, которые способны справиться с разрушением чужеродных молекул, иными словами, готовит армию защитников. Организм, заранее не подготовленный к подобной ситуации, может легко проиграть битву, так как не успеет для отражения их атаки создать достаточного количества необходимого оружия. Поэтому без веских на то причин отказываться от вакцинации не следует.

И.И. МЕЧНИКОВ: ЕСЛИ ВРАГ НЕ СДАЕТСЯ, ЕГО... ГЛОТАЮТ!

Один вид оружия, или один из способов борьбы с микробами-вторженцами, обнаружил русский биолог **И.И. Мечников**.

Илья Ильич еще гимназистом начал серьезно готовиться к научной работе. Поэтому не удивительно, что он сумел всего за два года окончить естественное отделение Харьковского университета и уже в 25 лет стать профессором Новороссийского университета в Одессе и заведующим бактериологической станцией.

В конце XIX века Мечников занимался изучением внутриклеточного пищеварения у самых примитивных многоклеточных организмов: губок, кишечнополостных, иглокожих и червей. Одноклеточные животные, столкнувшись друг с другом или с бактерией, действуют по принципу: если враг не сдается, его уничтожают. А так как уничтожить противника одноклеточные чаще всего способны лишь одним способом — съев его, то они, если могут, глотают врага. Естественно, что большой зверь глотает маленького.

Амебы чаще всего глотают бактерии. Иными словами, они питаются ими и сходными по размерам твердыми частичками питательных веществ. Хищник обволакивает жертву своими ложноножками, втягивает образовавшийся вокруг нее пузырек внутрь своего тела и переваривает добычу. У многоклеточных животных пищеварительный процесс



протекает иначе. Для переваривания пищи у них предназначен пищеварительный канал, а клетки тела получают уже готовые питательные растворы. Мечникова интересовало, не сохранилась ли у примитивных многоклеточных организмов способность переваривать частички пищи непосредственно в клетках тела, как это происходит у амеб.

Эти исследования Мечников проводил в Италии, на берегу Мессинского залива, в своей домашней лаборатории. Рассматривая под микроскопом личинок морской звезды, он обнаружил в их теле подвижные клетки. Они оказались способными захватывать частички красной краски, которую ученый вводил в личинку. У юных морских звезд нет кровеносной системы, и можно было подумать, что подвижные клетки, блуждающие по всему их телу, предназначены для переваривания пищевых частиц и доставки питательных веществ голодным клеткам. Однако Мечников заподозрил, что предназначение подвижных клеток иное. Вот как он рассказывает о своем открытии.

«Однажды, когда вся семья отправилась в цирк смотреть каких-то удивительных дрессированных обезьян, а я остался один над своим микроскопом, наблюдая за жизнью подвижных клеток у прозрачной личинки морской звезды, — меня сразу осенила счастливая мысль. Мне пришло в голову, что подобные клетки должны служить в организме для противодействия вредным деятелям.

Чувствуя, что здесь кроется нечто особенно интересное, я до того взволновался, что стал шагать по комнате и даже вышел на берег моря, чтобы собраться с мыслями. Я сказал себе, что если мое предположение справедливо, то заноза, вживленная в тело морской звезды, не имеющей ни сосудистой, ни нервной системы, должна в короткое время окружиться налезшими на нее подвижными клетками, подобно тому, как это наблюдается у человека, занозившего себе палец. Сказано — сделано. В крошечном садике при нашем доме я сорвал несколько розовых шипов и тотчас же вставил их под кожу великолепным, прозрачным, как вода, личинкам морской звезды. Я, разумеется, всю ночь волновался в ожидании результата и на другой день рано утром с радостью констатировал удачу опыта. Этот последний и составлял основу теории фагоцитов, разработке которой были посвящены последующие 25 лет моей жизни».

Эти наблюдения позволили Мечникову предположить, что и у человека подвижные клетки уничтожают вторгшихся в его тело микробов. Подвижные клетки человека — это белые кровяные тельца — **лейкоциты**. Внешне они напоминают амеб. Лейкоциты в больших количествах находятся в крови, но способны покидать кровеносные сосуды и с помощью ложноножек передвигаться в тканях организма, заползая в щели между клетками.

Лейкоцитов у человека много. Это они появляются в ране, куда проникли микробы, глотают их и, отравившись, погибают, превращаясь в гной. Мечников назвал такие подвижные клетки фагоцитами (от греческих слов phagos — фагос — пожиратели и kytos — цитос — клетка), то есть — пожиратели клеток. Они глотают микробов не потому, что голодны. Фагоциты, как и прочие клетки организма, получают все необходимые им вещества из крови и тканевых жидкостей. **Фагоциты** — защитники организма. Их обязанность — найти и уничтожить любого микроба, постороннюю частичку, попавшую в организм, то есть защитить его от любых агрессоров. Фагоцитами бывают не только подвижные, но и некоторые оседлые клетки. Фагоциты-домоседы вдвое крупнее лейкоцитов.

Своими многочисленными опытами Мечников показал огромное значение фагоцитов. Вот один из этих опытов. Группе мышей вводилась в кровь обычная тушь. Сама по себе она для мышей безвредна, но так как фагоциты об этом не знают, они тотчас же начинают усиленно пожирать частички туши, пока не наедятся до отвала. Тогда этих мышей Мечников заражал небольшой и несмертельной дозой болезнетворных микробов, и они погибали. Сытые, отъевшиеся фагоциты этих мышей были не в состоянии справиться с микробами.

Клетки-пожиратели предназначены не только для борьбы с вторженцами. Они очи-



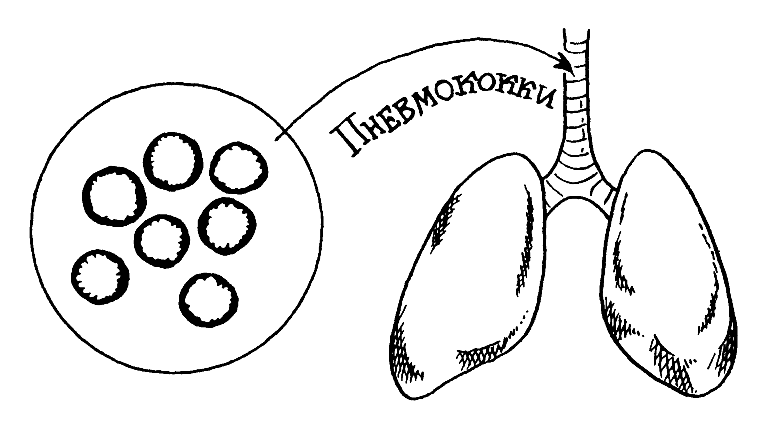
щают организм от всего лишнего: уничтожают постоянно отмирающие клетки нашего организма и участвуют в любых его перестройках. Известно, что у головастиков, когда они превращаются в лягушек, исчезает хвост. Куда он девается? Оказывается, это фагоциты проглатывают и переваривают весь этот «строительный мусор», подготавливая его для дальнейшего использования. Фагоциты снабжены ферментами и способны расщеплять большинство органических молекул.

«А ПАРАЗИТЫ — НИКОГДА!»

Как вы думаете, обречено ли человечество на вечную борьбу, на постоянную необходимость предохраняться от инфекционных заболеваний с помощью **прививок**? Развитие

генетики дает надежду на возможность внедрения в клетки человеческого тела генов, обеспечивающих врожденный иммунитет от любой опасной инфекционной болезни. Но вряд ли человечество пойдет этим путем. Дело в том, что микроорганизмы слишком быстро размножаются. Это позволяет им быстро меняться — неизмеримо быстрее, чем изменяются многоклеточные животные.

Правда, опасные микробы могут измениться настолько, что перестанут быть нашими



врагами. Так за последние 50—60 лет изменились пневмококки, микробы, вызывающие воспаление легких. Нет, они не перестали доставлять нам очень серьезные неприятности, но все же изменились настолько, что больше не приводят к развитию крупозного воспаления легких, обычного для начала XX века.

И все-таки иногда наши крохотные враги могут без нашей помощи и участия сдать свои позиции.

В Англии в XVI веке свирепствовала страшная инфекционная болезнь, приводившая к гибели 8, а то и 9 человек из десяти заболевших. Не известно почему, но позже она стала встречаться все реже и реже, пока совсем не исчезла, и вот уже в течение двухсот лет врачи не отметили ни одного случая заболевания этой болезнью.

Один из способов избавиться от какой-то инфекционной болезни — полное уничтожение ее возбудителя. Медики нашей страны, давно обдумывающие эту проблему, пришли к выводу, что наиболее перспективным объектом уничтожения является вирус натуральной (черной) оспы. Они опирались на собственный опыт и опыт медиков других стран.

Официально прививать оспу в нашей стране стали через пять лет после внедрения **оспопрививания** в Англии. Первую **прививку** сделал профессор Мухин ребенку из сиротского дома. В честь этого события малышу было пожаловано дворянство, пожизненная пенсия и фамилия Вакцинов. Постепенно вакцинация стала привычным явлением, но оставалась необязательной. Прививки получало немногим больше четверти населения страны, поэтому вспышки черной оспы оставались явлением обычным. Лишь с апреля 1919 года в соответствие с декретом Ленина она стала обязательной. Срочно были созданы сотни оспопрививочных отрядов, и через 16 лет с оспой в нашей стране было покончено.

Естественно, мало было уничтожить оспу в одной стране. Вскоре после окончания войны на Ассамблее Всемирной Организации Здравоохранения наша страна заявила о возможности полностью покончить с оспой на всей Земле. Медики предложили тщательно разработанную программу необходимых мероприятий и передали полтора миллиарда доз оспенной вакцины. Ее хватило, чтобы привить треть населения планеты. В то время оспа гнездилась еще в 60 странах и во многих из них была достаточно распространена. Дружные усилия медиков всех стран положили конец «черной смерти», и очередная Ассамблея, проходившая в 1980 году, утвердила меморандум о ликвидации натуральной оспы и отмене предохранительных прививок.

Прежде чем решиться на отмену оспопрививания, медики три года вели контроль в 77 странах, где раньше оспа была привычной или куда ее чаще всего завозили, и нигде ни разу не столкнулись с настоящей оспой. Возбудитель этой болезни — очень крупный вирус, по форме напоминающий буханку хлеба. Он легко переносит высушивание, но, как показали специальные опыты, в жарком и влажном климате долго сохраняться вне человека не может. Так что в природе его тоже нигде не осталось.

Отказ от прививок оспы экономит человечеству несколько миллиардов долларов в год. Кроме того, хотя прививка от оспы относится

к числу наиболее безопасных прививок, безопасна она не на сто процентов. В США самая лучшая вакцина давала один несчастный случай на каждый миллион привитых детей. Во всем мире ежегодно оспу прививали 200—250 миллионам малышей, и 250 смертей в год, естественно, воспринималось как совершенно неприемлемое явление, и согласиться с ним человечество не могло.

Прекращая прививки, врачи были уверены, что оспа на Земле больше не появится, но все же на всякий случай решено было оставить резерв вакцины. В Женеве и еще в двух городах мира в специальных камерах при температуре −20°C сохранялось 200—300 миллионов доз прививочного материала. Медики считали, что в этих условиях вакцина сохранит свою силу не менее 15 лет.

На очереди другие инфекции. И если медики всего мира так же дружно будут сражаться с ними, как они боролись с вирусом оспы, последуют и другие победы. Но чтобы вести беспощадные войны с опасными болезнями, на Земле должен быть прочный мир.

КИЛЛЕР И НАВОДЧИК

Бактерии, вызывающие дифтерию — **дифтерийная палочка**, — нормальный обитатель дыхательных путей человека. Обитая и размножаясь на слизистых оболочках, паразит



не наносит человеку абсолютно никакого вреда. Однако временами он спохватывается, вспоминает, что он — профессиональный киллер и начинает косить всех вокруг. Разражается **эпидемия**.

Дифтерийная бактерия — тонкая, слегка изогнутая палочка, толщиной 0,0005 и длиной 0,005 миллиметра. Никаких жгутиков она не имеет и передвигаться не способна. Размножаются дифтерийные палочки продольным делением. Бактерия раскалывается на две примерно так же, как расщепляется древесная палочка, когда мы хотим наколоть из нее лучины. Какие-то силы отталкивают уже разделившиеся части новых дочерних палочек, поэтому вновь образовавшиеся бактерии оказываются расположенными под углом друг к другу, принимая вид латинской буквы V. Если дать возможность делиться этим бактериям и дальше, члены «семьи» выстраиваются в целое слово, составленное этими буквами.

Дифтерия — опасная болезнь. Некогда она уносила тысячи жизней. Токсины, вырабатываемые дифтерийной палочкой, вызывают

гибель отравленных клеток. Дифтерийный токсин настолько ядовит, что ничтожного количества, которое не смывается в желудок (а все, что туда попадает, разрушается пищеварительными ферментами), нередко оказывается достаточным, чтобы нанести человеку непоправимый вред.

Дифтерийную палочку легко убивают многие антибиотики: пенициллин, тетрациклин, эритромицин и многие другие. Казалось бы, бороться с ней легко, но это не так. Заболевание дифтерией часто в начале протекает легко, не вызывает у больных тревоги и диагностируется врачами неправильно. И если больные обращаются к врачу, когда в крови и в тканях оказывается слишком много токсина, то даже максимально допустимая доза лечебной антитоксической сыворотки уже не в состоянии его полностью обезвредить. Еще труднее помочь больному, если токсин проник в клетки важнейших органов — нервной системы, сердца, надпочечников и почек — и вызвал в них необратимые изменения. А если один из этих органов будет поврежден серьезно, больной обречен.

Защитить от дифтерии может только своевременно сделанная прививка. Даже если она полностью не предохранит человека от заболевания, оно будет протекать легко и лучше поддаваться усилиям медиков. Вот почему прививки от дифтерии признаны обязательными и уклоняться от них, оберегать от

них детей значит подвергать их смертельной опасности. Возникшая в России в конце 1992 года эпидемия дифтерии — результат легкомысленного отношения к этой болезни некоторой части граждан нашей страны.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ

В последние десятилетия термин «биологическое оружие» стал регулярно появляться в средствах массовой информации. Создавалось впечатление, что речь идет о чем-то совершенно новом и необычном. Между тем, биохимическое оружие, видимо, было первым оружием на нашей планете. Когда на Земле возникли первые одноклеточные существа, у них, естественно, не было ни рогов, ни зубов, ни когтей, ни копыт. Во время конфликтов им ничего не оставалось, как глотать своего недруга, а затем переваривать его с помощью пищеварительных ферментов. Очевидно, эти ферменты и были первым **биохимическим оружием.**

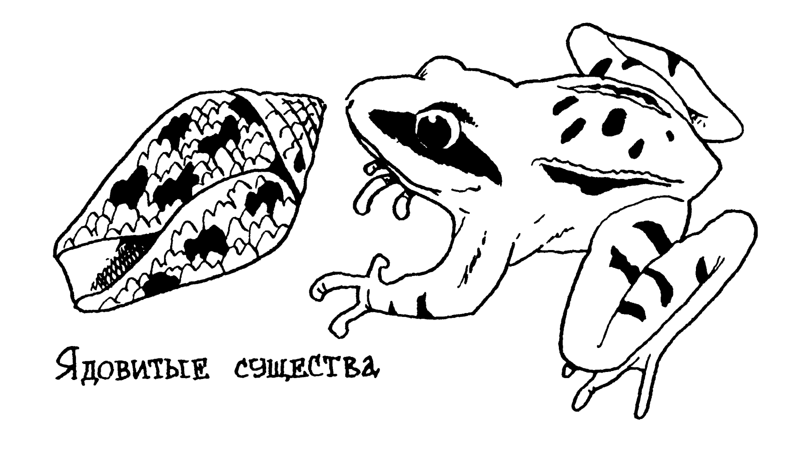
С тех пор биохимическое оружие получило на Земле широкое распространение, главным образом, среди небольших или даже крошечных существ, для которых трудно придумать какое-то другое средство обороны. Ядами пользуются даже самые примитивные организмы: кишечнополостные животные — медузы, актинии, кораллы.

Среди мелких медуз встречаются такие коварные создания, как морская оса — небольшая тропическая медуза, чьи тонкие щупальца вооружены стрекательными клетками, от прикосновения к которым (только от прикосновения!) человек может умереть уже через 30 секунд.

Очень неприятны последствия знакомства с некоторыми кораллами. Среди них особенно дурной славой пользуются так называемые жгучие кораллы. Особенно опасен миллепора альцикорнис, отличающийся такой неотразимой красотой, что люди, даже хорошо осведомленные об этом опасном создании, не в состоянии удержаться и не отломить веточку коралла на память. А жгучий коралл обжигает руку, как раскаленное добела железо, и страшная боль длится часами.

Среди подобных убийц не последнее место занимают моллюски-конусы с поразительно красивыми раковинами. Когда подводный пловец берет моллюска в руку, из раковины высовывается хоботок хозяина и вонзает отравленную стрелу в пальцы своего врага. Зоологам известно около пятисот видов конусов, яд, по крайней мере, десяти из них смертелен для человека.

Среди позвоночных животных тоже немало ядовитых. У рыб опасны не только шипы плавников и другие колючки, смертельно опасно бывает и мясо, а термическая обработка (тепловая) этот яд не разрушает. О ядовитости



змей наслышан каждый, но, как ни странно, еще опаснее яд лягушек, выделяемый крохотными желёзками их кожи. У лягушек нет ядовитых зубов, но прикосновение к некоторым из них не менее опасно, чем укус кобры: простое попадание яда на кожу может нанести человеку непоправимый вред. Недаром крохотную лягушечку-древолаза назвали древолазом ужасным.

Даже среди млекопитающих есть несколько ядовитых существ, правда для человека их яд не представляет никакой опасности. И только птицы оказались существами благородными и не пользуются таким недостойным оружием, как яд.

Между прочим, человек применял биохимическое оружие с незапамятных времен. Я имею в виду не дворцовые интриги, когда соперников уничтожали с помощью ядов. Охотничьи и боевые луки как правило пред-

полагали стрелы, оснащенные наконечниками, которые смазывались ядом. В качестве яда чаще всего использовались курароподобные вещества растительного происхождения, а в Южной Америке большое распространение имел яд лягушек. Он до сих пор используется охотничьими племенами и до сих пор некоторые еще сохранившиеся индейские охотничьи племена предпочитают лук любому стрелковому оружию. Это объясняется просто: стрела летит бесшумно и не пугает дичь, а яд действует быстро и надежно. Он убивает мгновенно, и дичь гибнет даже от маленькой ранки, не успев убежать, как это бывает с подранками, раненными пулей или дробью.

Биологическое, в том числе бактериологическое, оружие использовалось в войнах. Известны случаи, когда за стены осажденной крепости нападавшие забрасывали трупы людей, погибших от чумы, черной оспы или холеры, в надежде вызвать в стане врагов эпидемию и сломить их сопротивление.



Бактериологическое оружие с большим эффектом использовали около 200 лет назад меланезийцы, коренные жители архипелага Новые Гебриды, когда Англия, тогдашняя владычица морей, прибирала к рукам ничейные земли в самых отдаленных от Европы уголках нашей планеты. На Гебридах ей противостояла горстка дикарей, еще не имевших огнестрельного оружия. Победа, конечно, осталась за колонизаторами, но на сей раз далась им неожиданно дорогой ценой. Все ранения англичан, даже самые легкие, оборачивались смертельным исходом. Убийцей оказался опасный микроб, один из видов клостридий. Туземцы добывали его из болотного ила, попросту опуская в него наконечники копий и стрел. Попадая в рану, микроб начинал размножаться и выделять столбнячный токсин. В результате раненые умирали. Никаких способов спасения от столбняка люди той эпохи еще не знали. Между прочим, до заселения Меланезии европейцами и заноса туда наших инфекций самой распространенной там инфекционной болезнью был столбняк!

ИММУНИТЕТ — ШТУКА УНИВЕРСАЛЬНАЯ

До того, как врачи научились изготовлять и использовать вакцины, каждый второй ребенок, заболевший дифтерией, умирал. Взрослые

заболевали реже, но тоже болели очень тяжело. Дети умирали не только от воздействия дифтерийного токсина. Во время болезни горло ребенка покрывала серая пленка. Она образовывалась из разрушенных клеток слизистой оболочки, погибших фагоцитов и выпота тканевых жидкостей. Она, как пенка на молоке, могла отслоиться от стенки глотки, а ее обрывки частенько закупоривали дыхательную щель, и ребенок погибал от удушья.

Выявить возбудителя дифтерии долго не удавалось. Виновника болезни поймал с поличным немецкий врач **Ф. Лефлер**. Кстати, микроб — **дифтерийная палочка** — официально называется палочкой Лефлера. Доказать ее причастность к развитию дифтерии оказалось трудной задачей. Сам первооткрыватель микроба признавался, что даже у больных дифтерией в самый разгар болезни ему не всегда удавалось найти ее возбудителя.

Поскольку опасность представляет для человека не сама по себе дифтерийная палочка, а только вырабатываемый ею дифтерийный токсин, у врачей возникал вопрос, стоит ли бороться с самим микробом, а не лучше ли попытаться найти способ борьбы с микробным ядом. В конце концов одному из сотрудников Пастера удалось получить дифтерийный токсин. Другой француз сумел так его обработать, что он становился безвредным. Однако после введения его человеку у того развивалась невосприимчивость и к настоящему

дифтерийному токсину. Подобные безвредные аналоги микробного яда, с помощью которых можно было выработать у человека иммунитет, получили название анатоксинов.

Так с чем нужно бороться, когда человек заболевает инфекционной болезнью? Против чего, микроба или его токсина, у человека вырабатывается иммунитет? Оказывается, силы иммунитета борются с микробами, проникшими в организм совсем не из-за того, что они стали бешено размножаться и что они разрушают клетки организма. Чтобы начать борьбу с микробом, организму человека достаточно убедиться, что он имеет дело с вторженцем. Он будет бороться с любым вторженцем независимо от того, опасен он или безвреден, живой он или мертвый, существо это или вещество. Важен лишь его химический состав. Если вещество-вторженец будет серьезно отличаться от вещества организма хозяина, против него образуется иммунитет — способ борьбы с этим веществом. Иммунитет против болезнетворных микробов развивается не потому, что они живые, а потому, что их тела состоят из таких молекул, которых в организме-хозяине нет.

Выяснение причин возникновения иммунитета открывали широкие возможности борьбы с самыми различными ядами, в первую очередь — с микробными. Быстро были созданы столбнячный, дизентерийный, стафилококковый, бутулинический анатоксины,

спасшие миллионы людей от серьезных инфекционных болезней.

Один из видов национального индийского искусства — заклинательство змей. Без заклинателей в Индии не обходится ни один общенародный праздник. Европейцев всегда удивляло фамильярное обращение факиров со своими смертельно опасными подопечными. Почему они не боятся укуса ядовитых



змей? Оказывается, постоянное общение с ними приводит к тому, что микроскопические порции яда попадают в организм заклинателей и у них постепенно развивается стойкий иммунитет по отношению к смертельным дозам змеиного яда.

Успехи в выработке иммунитета к микробным ядам натолкнул ученых на мысль о возможности найти способ предохранения от последствий укусов змей. В настоящее время

созданы анатоксины яда всех широко распространенных змей, а также некоторых растительных ядов.

НЕВИДИМОЕ ОРУЖИЕ

Открытие **И.И. Мечниковым** фагоцитов, маленьких защитников организма, стало серьезным этапом в изучении защитных сил организма. Однако выяснилось, что количество фагоцитов в крови привитых животных не увеличивается. Это обстоятельство вызвало подозрение, что фагоциты не всегда имеют отношение к иммунитету, что позже и подтвердилось. Оказалось, что сыворотка, то есть жидкая часть крови, очищенная от красных, белых и других клеток крови, взятая у привитых животных, прекрасно убивает возбудителей болезни.

Эти наблюдения свидетельствовали о том, что после прививки, после возникновения иммунитета, в крови привитого животного появляются какие-то вещества, способные уничтожать микробов, против которых была сделана прививка. Эти защитные вещества получили название **антител**.

Изучение антимикробных свойств сыворотки крови особенно тщательно проводил немецкий бактериолог **Эмиль Адольф Беринг.** Проведя специальные исследования, он убедился, что с помощью сыворотки можно



вылечить заболевшего соответствующей болезнью животное. Беринг убедился в этом на примере столбняка. Он получил от кроликов антистолбнячную сыворотку и с ее помощью спас от смерти крыс, специально зараженных столбняком. Позже он получил антидифтерийную сыворотку. Такая сыворотка, полученная из крови привитых дифтерийным анатоксином лошадей, до сих пор является основным лекарством при лечении больных дифтерией. Вот как важно оказалось научиться приготовлять микробные анатоксины. Лекарство, убивающее возбудителя болезни, не могло бы дать такого лечебного эффекта, так как у заболевшего человека в крови уже много микробного токсина.

Производство антимикробных и антитоксических сывороток началось в 1894 году. С этого момента стало не обязательно вырабатывать у человека иммунитет поголовно ко всем опасным инфекционным болезням, тем

более к змеиным и другим ядам. Столбнячный микроб, например, способен вызвать болезнь, если он проник в ранку, хотя и маленькую, но глубокую, например, когда человек наступит на ржавый гвоздь. Зачем же прививать человека от столбняка, если он ездит обычно в карете, а ходит преимущественно по паркету.

Обнаружение веществ-защитников — **антител** — не поколебало веры ученых в важную роль фагоцитов в борьбе с опасными микроорганизмами. Сегодня понятно, что фагоциты и антитела действуют совместно. Подтверждением важности изучения обоих механизмов борьбы с инфекционным началом послужило одновременное присуждение Нобелевской премии И.И. Мечникову за открытие фагоцитов и П. Эрлиху за открытие антимикробных свойств сыворотки крови.

Иногда задают вопрос, какой компонент иммунитета важнее: фагоциты или антитела? Пожалуй, важнее фагоциты, так как именно они и вырабатывают антитела. Кроме того, фагоциты — основа особого иммунитета, мешающего приживлению чужеродных органов и тканей. Если кусочек кожи от одного человека пересадить (подшить) другому, он быстро прирастет, и уже через неделю можно удалять удерживающие его нитки. Кажется, пересадка прошла успешно, но еще через 10 дней этот кусочек кожи засохнет и отвалится. Это результат иммунитета. Организм обнаружил

чужеродную ткань, чужеродные белки, и принял меры, чтобы от них избавиться. Это входит в обязанность особых клеток — иммунных лимфоцитов. Они спешат к месту, где находится пересаженная кожа, вплотную приближаются к чужеродным клеткам и впрыскивают в них вещество ПАР (продукт антигенного, то есть чужеродного, распознавания).

Откуда берутся **фагоциты**? Они способны размножаться простым делением. Кроме того, их массовое производство происходит в селезенке и в многочисленных лимфатических узлах. Есть у человека и у позвоночных животных специальный орган, играющий важную роль в формировании механизмов иммунитета. Это вилочковая железа, или тимус. Находится она у человека между трахеей и грудиной. У новорожденного ребенка она весит всего 10—15 граммов. Но у новорожденных детей все крохотное. В сравнении с размерами других органов вилочковая железа — солидный орган, ведь даже сердце новорожденных весит не больше 25 граммов. В 9—12 лет эта железа достигает максимального развития, увеличиваясь до 30—40 граммов, после чего ее рост прекращается, и в 24—27 лет она начинает атрофироваться, уменьшаться, и на ее месте образуется жировая ткань. Насколько важна эта железа, показывают результаты следующих опытов. Если новорожденным мышам в первые 3 дня их жизни удалить вилочковую железу, у них не разовьется

лимфатическая система, в крови будет мало лимфоцитов, и эти животные будут неспособны вырабатывать иммунитет, поэтому чаще всего погибнут еще молодыми. Единственное положительное качество, которое приобретают эти мыши, — неспособность отторгать пересаженные им органы. Это тоже результат нарушения иммунных реакций.

Интересно, что такой эффект получался лишь при удалении вилочковой железы в самые первые дни жизни. Удаление ее чуть позже особого вреда организму не наносило. Вот какой удивительный орган этот тимус. Всего за несколько дней он создает условия для нормального развития иммунитета, а затем первым из органов человеческого тела уходит на покой.

А. ФЛЕМИНГ: АНТИБИОТИКИ

Из чего только не приготовляли в древности и не приготовляют сейчас лекарства для лечения человеческих болезней! Одно лишь перечисление весьма странных веществ и материалов, используемых для их изготовления, вряд ли уместится в толстой книге. Не будем пытаться сделать даже краткий их перечень. Скажем лишь, что весьма странные вещества использовались, а некоторые и поныне используются не только шаманами, но и учеными, в том числе и в нашей стране.

Так, **С.П. Боткин**, светило отечественной медицины, пытался создать лекарство из обычных тараканов! В Армении во времена средневековья помет разных животных входил в состав более ста лекарств, а **уринотерапия**, лечение с помощью человеческой мочи, сегодня широко пропагандируется по всей России. Неудивительно, что попытки изготовить лекарство из плесени ни у кого не вызвали отвращения.



Стафилококки — обычные, но опасные микробы. Они чаще других вызывают нагноение при травмах и хирургических операциях. Вот почему эти микробы изучались и продолжают изучаться во многих лабораториях мира.

Когда ученые в своих лабораториях выращивают различные микробы, им приходится тщательно соблюдать чистоту. Малейшая оплошность, и на поверхности питательной среды вместо высеянного микроба разрастаются

колонии совсем других микроорганизмов. Самыми частыми вредителями в микробиологических лабораториях бывают плесени — особый вид микроскопических грибков.

Микробы чаще всего выращиваются на поверхности застывшего желе в мелких и плоских стеклянных чашках — чашках Петри. Когда в чашки, засеянные стафилококком, проникает плесень, они не зарастают ею, как огород сорняками. Плесень, окружая



круглые клумбы — колонии стафилококка, растворяет их, и на этом месте остаются небольшие проплешины, покрытые пленочкой жидкости. Это обычная картина, с которой любой микробиолог сталкивался не раз. Однако до поры до времени никому из них не приходило в голову разобраться в том, что происходит в чашках Петри. Их просто выбрасывали. Лишь в 1920 году этой плесенью-вредительницей заинтересовался английский

микробиолог **А. Флеминг**. Он стал специально выращивать ее и убедился, что она способна погубить многие микроорганизмы, правда, далеко не все. Среди тех микробов, которых плесень уничтожала, были стафилококки, стрептококки, дифтерийная палочка и такой опасный враг, как бацилла сибирской язвы. Флеминг понял, что из плесени могло бы получиться отличное лекарство для борьбы со многими инфекционными болезнями. Однако для этого нужно было научиться извлекать из нее именно то вещество, которое убивает микробов, и найти способ очищения его от любых примесей, так как плесень вырабатывает и другие ядовитые вещества, смертельно опасные даже для человека.

Плесень, заинтересовавшая Флеминга, была прекрасно известна ботаникам. Она называется пенициллиум нотатум. Чтобы создать лекарство, Флеминг обращался за помощью и к химикам, и к фармацевтам, и к ботаникам. Шли годы, но добиться положительных результатов не удавалось. Только в преддверии Второй мировой войны у Флеминга появились талантливые помощники — и был создан всем сегодня известный пенициллин.

Лиха беда начало. Вслед за пенициллином ученые создали стрептомицин — первое действенное лекарство против туберкулеза. Оно позволило на многие годы избавить человечество от этой страшной болезни. Затем были созданы синтомицин и ауреомицин —

средства против брюшного и сыпного тифа. Ученые поняли, что у каждого микроорганизма есть свои, обычно многочисленные враги из числа таких же микроорганизмов. Поэтому с момента создания пенициллина поиски новых врагов опасных для человека возбудителей болезней ведутся со все возрастающей интенсивностью. Этот тип лекарств, действующий не на человека, а убивающий проникших в наш организм микробов, медики назвали **антибиотиками**. «Биос» по-гречески «жизнь», а «анти» — приставка, означающая «против». Ежегодно создают десятки антибиотиков. Потребность в новых лекарствах объясняется тем, что микробы размножаются с космической скоростью. Это дает им возможность быстро изменяться, в результате чего бывшие яды перестают на них действовать. Например, современные стафилококки давно вышли из-под контроля пенициллина и практически его не боятся. Туберкулезная палочка перестала бояться стрептомицина, и туберкулез снова пошел в наступление.

Среди микроорганизмов много наших серьезных врагов. Но есть и друзья. Их тоже не мало. Помощью многих из них мы пользуемся постоянно. Они живут в нашем кишечнике, не позволяя размножаться там гнилостным бактериям, и даже помогают переваривать пищу. К помощи других мы прибегаем, когда у нас возникают инфекционные болезни. На Земле существует несметное количество

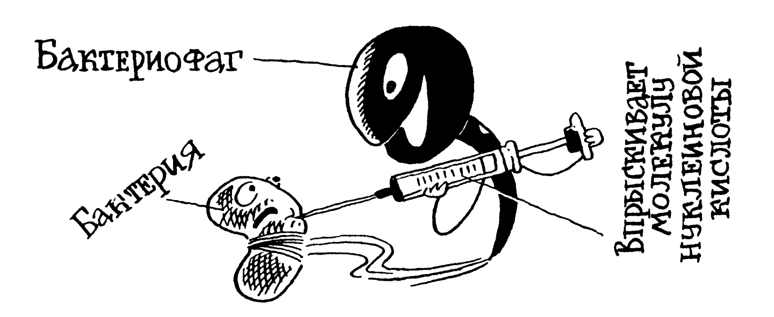
видов микроорганизмов, и можно с уверенностью утверждать, что некоторые из них смогут стать нашими защитниками и друзьями.

ДРАГОЦЕННЫЕ ПАРАЗИТЫ

Почти каждый вид бактерий имеет своего паразита, одного или нескольких вирусов. Они были открыты в 1915 году канадскими микробиологами Ф. Туартом и Ф.Д'Эрелем и названы **бактериофагами** — пожирателями бактерий. Бактериофага нетрудно узнать по внешнему виду, конечно, если рассматривать его в электронный микроскоп, дающий увеличение в 50—70 тысяч раз.

Обычно частичка бактериофага похожа на булаву: палочку с головкой на одном из ее концов. На палочке находятся тонкие длинные нити, используемые для прикрепления к бактерии, но, чтобы их увидеть, нужно иметь особенно сильный микроскоп. Прикрепившись, он с помощью находящихся здесь ферментов растворяет клеточную оболочку и впрыскивает в бактерию свою молекулу нуклеиновой кислоты. И сразу же в теле бактерии начинается синтез фрагментов молекул вирусной нуклеиновой кислоты и вирусных белков, а затем из них начинается самосборка вирусных частиц. В последнюю очередь синтезируется особый белок, который растворяет стенку бактерии, и сонмы новых частиц

бактериофага обретают свободу. Теперь они готовы напасть на любую подходящую бактерию. Вот почему небольшое количество бактериофага способно быстро размножиться и уничтожить несметное количество микробов.



Бактериофаги — безжалостные убийцы бактерий. Холерные вибрионы, бактерии чумы, брюшного тифа, дизентерии гибнут за 10—15 минут. Если саму вирусную частицу увидеть трудно, полюбоваться на проделанную бактериофагом работу доступно в любой бактериологической лаборатории. В колбу с прозрачным раствором специальной питательной среды нужно внести немного бактерий, они начинают бешено плодиться, и уже через сутки раствор помутнеет. Теперь нужно внести в колбу несколько капель бактериофага, и уже через несколько часов раствор снова станет прозрачным: бактерии будут уничтожены.

Канадские микробиологи не только открыли бактериофаги, но первыми применили их для профилактики инфекционных болезней

и для лечения больных. Ф. Д'Эрель наблюдал в Индии развитие эпидемии холеры. Она быстро набирала силу, но почему-то обходила стороной некоторые селения. Д'Эрель исследовал воду, которой пользовались в этих деревнях, и нашел, что колодезная вода содержала холерный бактериофаг. Ученый распорядился, чтобы в колодцы селений, где холера особенно сильно буйствовала, внесли бактериофаг, и эпидемия стала отступать. Это открыло зеленую улицу для использования в профилактических и лечебных целях многих бактериофагов.

Лет 50—60 назад бактериофаги получили широкое распространение и в нашей стране. Во время Отечественной войны они использовались как профилактическое средство. В боевых условиях не всегда удается вовремя подвезти чистую воду, а пить из открытых природных водоемов опасно. В такой воде всегда есть вероятность встретиться с возбудителями дизентерии, брюшного тифа, холеры. Поэтому таблетку бактериофага растворяли в



воде. Вне организма бактериофаги особенно агрессивны, и уже через 15 минут воду можно было пить.

Бактерии быстро приспосабливаются к бактериофагам и приобретают способность противостоять им. Поэтому медики сегодня уже не используют бактериофаги. Однако применение бактериофаги наряду с другими профилактическими мероприятиями позволило во время Отечественной войны предупредить возникновение в нашей стране эпидемий.

ОБ АИСТАХ И КАПУСТЕ



Почему два?
Мальчик или девочка?
Двойняшки
...Пока молоко на губах не обсохло
Зигзаги одной из догм
христианской религии
К.Ф. Вольф: удар по преформизму
К.М. Бэр: последний удар

ПОЧЕМУ ДВА?

На нашей планете обитает несколько миллионов видов животных. Одни живут в воде, другие на суше, одни любят холод, другие предпочитают тепло, некоторым необходимо высокое давление, есть и такие, что могут жить почти в вакууме. Но как ни различны между собою отдельные виды животных, у всех них есть нечто общее: представители большинства видов делятся на мужские и женские особи. Только очень примитивные существа не имеют пола.

Зачем же понадобилось природе разделить все живое на две группы? С выполнением какой задачи не мог справиться один организм?

Чтобы размножиться, нет необходимости делиться на мужские и женские особи. Прекрасно размножаются примитивные организмы, у которых нет такого деления. Микробы, амебы, инфузории и другие **одноклеточные существа** размножаются **делением на две части**. Такой способ размножения удобен главным образом для одноклеточных существ. Другим способом бесполого размножения — **почкованием** — пользуются многоклеточные организмы. Он состоит в том, что от родительского организма отделяется небольшая группа клеток, из которой впоследствии вырастает новая особь.

Некоторые организмы размножаются путем **образования спор**. Если речь идет об

одноклеточных существах, образованию спор предшествует деление тела на несколько, иногда на очень большое количество частей. Из них формируются споры. Они малы, не похожи на родительский организм и заключены в прочную защитную оболочку, которая предохраняет их от неблагоприятных воздействий окружающей среды. Благодаря этому споры могут переносить разные превратности судьбы: высушивание, сильное нагревание или охлаждение. Из спор, попавших в благоприятную обстановку, развивается новый организм. Так в крови человека размножаются возбудители малярии — **плазмодии**.

Любой вид животных для своего существования нуждается в постоянном появлении на свет достаточного количества детенышей. Если отбросить некоторые исключения, то можно утверждать, что количество детенышей зависит главным образом от количества самок. Большое число самцов для этого совсем не обязательно. Известно много видов животных, семьи которых, как у котиков, состоят из одного самца и множества самок.



Какую же роль играют самцы? Они, оказывается, отвечают за качество детенышей. Обзавестись семьей способен далеко не каждый самец. Чтобы найти себе пару, самцу приходится выдержать жесткую конкуренцию. Семьянинами становятся в первую очередь хорошо приспособленные к жизни самцы. Речь, безусловно, идет о физической силе. Она совершенно необходима, чтобы получить и удержать гнездовой участок или выйти победителем из «рыцарских» турниров, которые устраивают самцы многих видов животных. Но необходим и ум, и способность приспосабливаться к неблагоприятным условиям жизни. Дети всегда бывают похожи на родителей, и более приспособленные самцы, естественно, дадут более приспособленное к жизни потомство.

Чтобы выполнить эту задачу, они не должны быть одинаково хорошо приспособленными ко всевозможным ухудшениям условий жизни. Вполне достаточно, чтобы каждый из них оказался отлично приспособленным к чему-нибудь одному: к ухудшению климата, к уменьшению привычной пищи, к поискам ее замены, к выработке способов спасения в случае появления новых хищников.

Поэтому самцы бывают очень разными. К тому же они, а вовсе не самки, как это принято считать, являются слабым полом. Даже человек ничем в этом отношении не отличается от остальных существ. Если взять хотя

бы продолжительность жизни, то у всех народов она гораздо выше у женщин, чем у мужчин. В любой стране среди столетних людей от 60 до 85% женщин. Однако рекорды по долгожительству чаще всего дают мужчины. В своей массе, сильно отличаясь друг от друга, они всегда выдвинут одного-двух, способных стать чемпионами.

Как же самцы обеспечивают качество детенышей? Когда происходят серьезные изменения условий жизни, большинство самцов вымирает, а самки, как сильный пол, в основном выживают. Если бы выживали плохо приспособленные самцы, их дети тоже оказались бы плохо приспособленными к новым условиях жизни, и данный вид животных мог бы захиреть или даже вымереть.

Однако на самом деле остаются лишь немногие самцы, сумевшие приспособиться к новым условиям. Это серьезно не отразится на количестве вновь появляющихся детенышей, ведь у большинства видов животных самцы способны образовывать по нескольку семей или семьи с большим количеством самок. При этом дети, унаследовав от своих отцов те качества, которые позволили им приспособиться к неблагоприятным изменениям условий жизни, сами окажутся хорошо приспособленными, и вид в целом будет процветать.

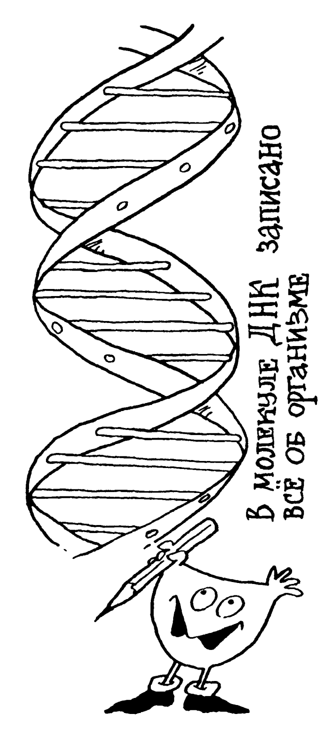
Вот одна из причин появления двух различных полов.

МАЛЬЧИК ИЛИ ДЕВОЧКА?

Прежде чем познакомиться с процессами, в результате которых решается вопрос, быть ли будущему организму мальчиком или нет, давайте выясним, что представляет собой яйцеклетка и как начинается ее развитие.

У всех организмов, в клетках тела которых находятся ядра, в том числе и у человека, клеточные ядра содержат особые очень длинные молекулы сложного органического вещества с длинным и трудно произносимым названием: **дезоксирибонуклеиновая кислота**. Для удобства употребления название сократили, образовав новое из первых букв входящих в него слов. В результате такой операции название вещества превратилось в **ДНК**.

Молекулы ДНК имеют вид длинной цепочки атомов. Это молекулы-великаны. У микроба кишечной палочки они достигают в длину полутора миллиметров, а у человека и многих позвоночных животных — одного метра! Правда увидеть эту цепочку атомов даже в самый сильный микроскоп не удастся, так как она очень тонка. Молекула ДНК как бы состоит из двух соединенных между собой цепочек атомов, на которые, как на нитку ожерелья, нанизаны в определенном порядке «бусинки» — пары небольших молекул четырех типов веществ. Эти молекулы-«бусинки» используются в качестве букв, с помощью которых записаны все сведения об организме:



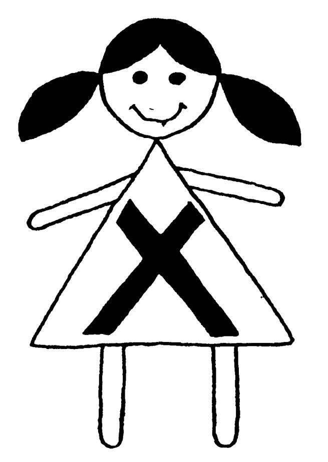
о том, как он должен быть устроен, как должны функционировать клетки и органы его тела. Там же содержится и подробная инструкция, как из яйцеклетки построить тело взрослого вещества.

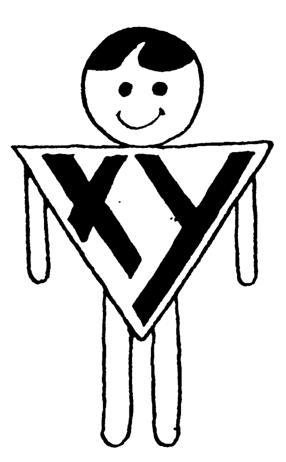
У высших организмов молекулы ДНК находятся в клеточных ядрах всех клеток тела. Они окружены молекулами белковых веществ. Упакованная подобным образом молекула ДНК называется **хромосомой**. Обычно хромосомы по родственному принципу объединены в пары. В каждой паре одна из хромосом имеет материнское, а другая — отцовское происхождение. У любого вида организмов клетки тела содержат строго определенное, присущее только им число хромосом, иными словами, строго определенное количество молекул ДНК. У человека — 46, у стрекозы-коромысла — 6, а у аскариды 2.

Все клетки тела имеют одинаковое количество хромосом, все, кроме половых клеток. В каждой половой клетке находится только половина этого количества, по одной хромо-

соме из каждой пары. Следовательно, половые клетки человека имеют по 23 хромосомы. Когда в процессе оплодотворения женской половой клетки она сольется с мужской половой клеткой, в ней восстановится необходимое количество хромосом, и все они воссоединятся в пары по родственному признаку.

Теперь вернемся к вопросу о том, как становятся существами мужского и женского пола высокоразвитые животные и человек. Итак, у человека 46 хромосом, сгруппированных в 23 пары. В каждой из 22 пар входящие в них хромосомы, иными словами молекулы ДНК, совершенно одинаковы, и только на 23-ю пару это правило не распространяется. У девочек эта пара, как ей и полагается, содержит две X-хромосомы, но у мальчиков она дефектная. В нее входят две разные хромосомы: X и Y. Таким образом, из эмбрионов с нормальными хромосомными парами развиваются существа





женского пола, а при наличии в клетках тела какой-то необычной, видимо, дефектной, хромосомы Y, для которой нет идентичной пары, развитие эмбриона пойдет по мужскому типу.

Наличие у мальчиков Y-хромосомы никакими особыми неприятностями ему не угрожает. Однако иногда из-за неправильного развития половых клеток в клетках будущих мальчиков оказываются три половые хромосомы: XYY. Медики заметили, что среди мужчин с таким набором хромосом чаще, чем среди прочих, встречаются умственно отсталые и психически неполноценные люди.

У ряда животных механизм возникновения самцов обходится без мужской половой хромосомы. Если клетки развивающегося зародыша содержат по две женских X-хромосомы, из него разовьется существо женского пола, а если только одну, такой неполноценный эмбрион превратится в существо мужского пола.

Интересно, что у птиц, бабочек, некоторых амфибий и рептилий все наоборот. У них «неполноценными» существами являются самки. У петуха в каждой клеточке его тела имеется пара, состоящая из двух одинаковых половых хромосом. Если в куриное яйцо попали две половые хромосомы, развивающийся в нем цыпленок станет петухом, но если в клетках яйца лишь одна половая хромосома, то цыпленок, который из него разовьется, станет курицей.

ДВОЙНЯШКИ

Один ребенок в семье — привилегия крупных животных: слонов, бегемотов, жирафов, коров, лошадей... У мелких животных семьи, как правило, многодетные. У кошки очень редко рождается всего один котенок. Причина этого понятна: мелкие животные недолговечны, плохо защищены от хищников и иных



житейских невзгод. Чтобы не сгинуть со света, они должны производить многочисленное потомство.

Человек относится к крупным существам, и для женщины рождение одного ребенка является правилом. Впрочем, иногда рождаются двойни или даже тройни, причем это происходит гораздо чаще, чем принято думать. В настоящее время на Земле живут больше ста миллионов близнецов. На протяжении многих

десятилетий примерно каждый сотый новорожденный является близнецом. Однако в последние годы рождение близнецов происходит немного реже.

Близнецами называют двух или большее количество детей, рожденных одной женщиной почти одновременно. Само по себе рождение близнецов ни детям, ни их родителям ничем плохим не угрожает, напротив, является удачей, так как растить и воспитывать сразу двоих малышей легче, а самим двойняшкам это сулит счастливое детство — есть компаньон для игр и проказ. Однако нужно признать, что для человека рождение двойни является ненормальным явлением.

Обычно у женщины в течение года созревает 13 яйцеклеток, по одной каждые 28 дней. Если одна из них будет оплодотворена, из нее разовьется эмбрион, но только один эмбрион, а значит, и родится всего один ребенок. И в течение всех девяти месяцев, пока в теле матери происходит развитие плода, и в последующие полгода-год, пока мать будет кормить ребенка своим молоком, новые яйцеклетки созревать в ее организме не будут.

Возникновение близнецов происходит двумя путями. Иногда по самым разным причинам у женщины одновременно созревает две, три, а иногда и больше яйцеклеток. В подобных случаях может родиться сразу несколько детей. Таких близнецов называют разнояйцовыми: двухъяйцовыми, трехъяйцовыми.

Совсем иное явление приводит к появлению однояйцовых близнецов. В этом случае в организме женщины развивается всего одна яйцеклетка. После ее оплодотворения она начинает делиться. Примерно через 30 часов она разделится на две клетки, потом на 4, на третьи сутки на 8, затем на 16, 32, и так далее. На более поздних стадиях деление клеток становится беспорядочным: каждая из них делится, когда достигнет необходимого уровня развития.

Обычно разделившиеся клетки не теряют связь друг с другом, но если их связь почему-либо прервется, в дальнейшем развитие каждой из них будет происходить самостоятельно, и в результате каждая даст жизнь новому организму, одному из близнецов. Зародыш может разделиться на части уже на 2-3 сутки после оплодотворения яйца, когда он состоит всего из 2—8 клеток, однако значительно чаще это происходит на 5—7 день, когда в его составе уже более 100 клеток. Возникновение процессов, приводящих к зарождению близнецов, возможно и в более поздние сроки, хотя это происходит крайне редко. Рубеж — тринадцатые сутки. С этого момента разделение зародыша уже не может быть полным. В результате возникают различные уродства или рождаются сросшиеся близнецы.

Поскольку при дроблении яйца ядро каждой клеточки зародыша получает совершенно одинаковый набор хромосом, иными словами,

одинаковый набор генов, которым располагала яйцеклетка после своего оплодотворения, однояйцовые близнецы в генетическом отношении совершенно одинаковы. Поэтому, сколько бы их ни родилось — два, три, пять, — они всегда бывают одного пола, имеют одинаковую группу крови и очень похожи друг на друга, причем не только внешне, но и по всем физиологическим характеристикам своего тела. Если такого полного, абсолютного сходства не наблюдается, это объясняется резко различными условиями, в которые они могли попасть во внутриутробный период своего развития в теле матери, так как у нее нет специальных приспособлений для одновременного вынашивания сразу двух детей, а потому не всегда удается всех обеспечить одинаковым питанием.

Среди причин возникновения близнецов называют наследственную предрасположенность. Действительно, известны семьи, в которых близнецы рождались неоднократно, в том числе из поколения в поколение. В XIX веке в нашей стране зарегистрирован случай рождения одной женщиной 67 детей. При этом 15 раз у нее рождались двойни, 7 раз — тройни и 4 раза по четыре близнеца. Видимо, это абсолютный рекорд, во всяком случае для европейцев, как по количеству детей, так и по количеству близнецов. Семейная наследственная предрасположенность к рождению близнецов действительно существует, но она относится лишь к разнояйцовым близнецам.



Для близнецов важно знать, являются ли они однояйцовыми или разнояйцовыми. Это для них может иметь большое практическое значение. При внезапных тяжелых заболеваниях и несчастных случаях они могут без всякого риска помочь друг другу в качестве доноров крови или кожи. И проводить анализ крови или тканей на совместимость не нужно. Для однояйцовых близнецов она гарантирована. Однако определить, к какому близнецовому типу относятся двойняшки, нелегко. Сделать это могут лишь высококвалифицированные врачи. Только в том случае, если двойняшки разнополые, это наверняка

двухъяйцовые близнецы. Если близнецы одного пола, но совершенно не похожи друг на друга, это тоже дает основание предполагать, что они двухъяйцовые. Однако утверждать это нельзя. Для определения близнецового типа врачи используют много методов. В первую очередь — определение группы крови и иммунных характеристик организма. К числу достаточно простых и абсолютно надежных способов относится пересадка кожи. Только у однояйцовых близнецов пересаженная кожа впоследствии не отторгается, а пересадки органов проходят без осложнений.

...ПОКА МОЛОКО НА ГУБАХ НЕ ОБСОХЛО

Возникшая у животных способность вскармливать своих детенышей молоком и связанная с ней возможность производить на свет живых детенышей вместо того, чтобы откладывать икру или нести яйца, определили весь дальнейший ход эволюции животных. Молочное вскармливание обеспечило очень высокую выживаемость потомства, что позволило резко сократить количество детей. Они были защищены от любых невзгод, в том числе от бескормицы.

Длительная совместная жизнь детенышей и родителей, то есть появление у высших животных семьи, значительно изменила харак-

тер эволюции млекопитающих. Их детеныши чаще выживают у наиболее приспособленных родителей, которые умеют лучше добывать корм, лучше обороняться. А так как дети обычно бывают похожи на родителей, выжившие детеныши становятся более приспособленными зверями. Это ускорило темп эволюции.

Обычно выживают в первую очередь самые быстроногие или самые зубастые животные. Для млекопитающих гораздо большее значение приобрел «ум», развитие головного мозга. Ведь родители не только кормят и охраняют своих детей, но и учат их разыскивать корм, спасаться от врагов. Они передают детям то, чему сами научились у родителей и чему научила их потом жизнь. Это дает возможность млекопитающим накапливать и из поколения в поколение передавать детям накопленный опыт. Естественно, чаще выживают более способные, более умные ученики. Поэтому в первую очередь совершенствуется мозг.

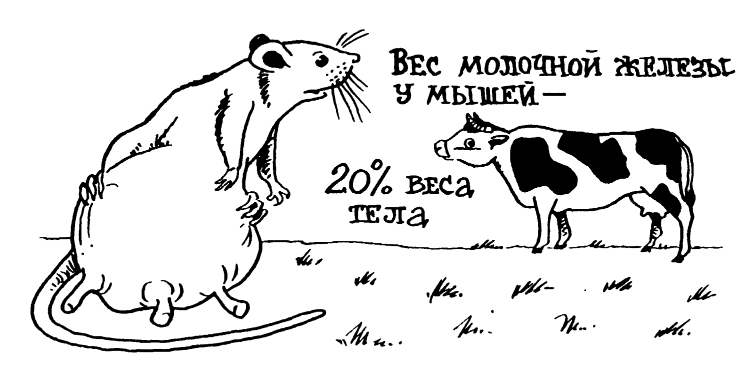
Ни у кого из животных развитие мозга в процессе их эволюции не шло такими быстрыми темпами. Это дало млекопитающим решительное преимущество перед другими классами животных и обеспечило их дальнейшее быстрое развитие вплоть до появления самого высшего существа нашей планеты — человека. Таким образом, не будет преувеличением считать, что молоко явилось предпосылкой для возникновения человечества.

Молочные железы — это всего лишь видоизмененные потовые железы. У предков современных млекопитающих каждая крохотная молочная железа, а их было очень много, открывалась прямо наружу, никакого соска у них еще не было. Аналогичным образом устроены железы у современных утконосов. У них около 200 железок открывают свои протоки на определенном участке кожи живота, носящем название молочного поля.



У высших млекопитающих отдельные железки собраны в компактное образование, пронизанное выводными каналами, соединяющимися в один или несколько общих выводных протоков. Молочная железа может достигать внушительных размеров. Вспомните, как велико вымя у коров молочных пород. Но даже молочные породы скота, специально выведенные человеком в течение тысячелетий, не рекордсмены в этом отношении. У обыкновенных мышей вес молочных желез составляет 7, а при заполнении их молоком 20% от веса тела.

Механизм работы молочных желёз характерен для всех выделительных органов. И в почках, и в слюнных, и в потовых и в молочных железах сначала в просвет канальца просачивается жидкость, по своему составу очень похожая на обычную межклеточную жидкость, состоящую из воды и небольшого количества натрия. Затем натрий или просто забирается обратно, как это происходит в почках, или обменивается на другие вещества: на белки,



сахара или на различные химические элементы — калий, кальций, марганец и другие, как это происходит в молочной железе.

Молоко всех животных содержит белки, жиры, особый, свойственный только молоку, сахар — лактозу, кальций, натрий, марганец, хлор, калий и много других минеральных веществ, витамины, гормоны. Иными словами, абсолютно все, что может потребоваться молодому растущему организму, есть в любом молоке, но только в различных пропорциях.

Длительность периода, когда молочные железы продуцируют молоко, у разных животных в естественных условиях различна, но его можно значительно удлинить. Это широко используется в животноводстве. Самки различных видов быков и одичавшие домашние коровы продуцируют молоко в течение более короткого периода, чем домашние.

Особенно поразительны случаи длительного функционирования молочных желёз у женщин. В некоторых районах Полинезии принято, чтобы женщины кормили грудью своих детей в течение первых 6 лет их жизни, а у эскимосов нередко даже до 15 лет.

У каждого вида животных строго определенное число молочных желёз. Человеку от природы дано две, но иногда возникают дополнительные железки, которые обычно большого развития не получают. У некоторых народов дополнительные молочные железы встречаются особенно часто. Их имеет каждая четвертая или пятая японка.

Начало функционирования и даже развитие молочных желёз связаны с беременностью и родами. Только у человека внешний размер молочных желёз достигает значительной величины задолго до наступления первой беременности. Обратите внимание на молодых коров. До появления у них первого теленка их вымя остается недоразвитым. А у девушек развитие молочных желёз почти полностью заканчивается еще до замужества, уже к 15—18 годам.

Молочные железы есть не только у самок, они существуют и у любого самца. Зачем они нужны представителям мужской половины живых существ, никто сказать не может. Более бесполезный орган трудно придумать. Вот откуда возникла шутливая поговорка про козла: когда от человека трудно чего-то добиться, про него говорят, что это сделать так же трудно, как получить от козла молока. Однако



глубокая убежденность в недееспособности молочных желёз самцов необоснованна. У многих млекопитающих молочные железы самцов хотя и не достигают полного развития, но в определенные периоды жизни проявляют признаки роста и даже секреторную активность. Выделение молока самцами известно у утконосов и родственных им животных.

Известны случаи, когда вследствие заболевания эндокринных желёз или просто под влиянием сосания молочные железы мужчин начинали функционировать. Так что попытка раздоить козла может оказаться небезнадежной.

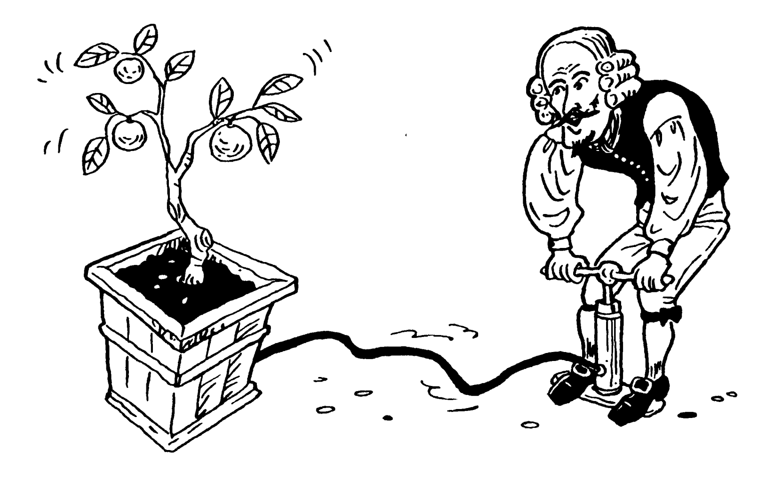
ЗИГЗАГИ ОДНОЙ ИЗ ДОГМ ХРИСТИАНСКОЙ РЕЛИГИИ

В XVII веке в конец света верили не только набожные люди, даже ученые были убеждены в неизбежности подобного исхода и нашли тому убедительные научные обоснования. Выдвинули их биологи в результате серьезных размышлений над вопросами размножения и развития живых организмов. В те годы многие важные детали этих процессов были еще не известны. О них только гадали и из множества предлагавшихся гипотез выбирали самые простые и ясные, чтобы заложенные в них принципы не противоречили логике здравого смысла.

Развитие живого существа от яйца до взрослого организма, если вдуматься, кажется фантастикой. По сложности это сопоставимо лишь с некоторыми наиболее замысловатыми фокусами. В Европе как минимум два с половиной столетия известен так называемый «индийский фокус», позже переименованный в «апельсиновое дерево». Родился он где-то на Востоке, возможно, в Индии, или в Китае.

Этот старинный трюк проделывался следующим образом. На сцену выносилась кадка с землей. Фокусник опрыскивал землю водой, сажал туда апельсиновое зернышко, и сейчас же из земли появлялся зеленый росток. Его продолжали поливать, и он быстро рос. На стебле отрастали ветки, на них распускались листья, потом появлялись цветы и наконец оранжевые апельсины. Фокусник срывал их и бросал зрителям.

Секрет фокуса был несложен, другое дело — автомат, который его производил. Внутри кадки находился металлический шар, куда накачивался воздух. Росток состоял из двух медных трубок. Одна из них была припаяна к шару. Вторая, запаянная сверху, вставлялась в первую. Под давлением воздуха эта трубка, окрашенная в зеленый цвет, поднималась кверху и вылезала из земли. Внутри этого стебля помещались четыре-пять медных трубочек потоньше. Они имитировали ветви. Смачивая деревце водой, фокусник незаметно открывал краники, и воздух выталкивал ветви наружу. На концах веток находились крохотные металлические воронки, издали похожие на набухшие почки. В воронках помещались листья, цветы, плоды. Они представляли собой мешочки, склеенные из тончайшего, но плотного шелка. Наполняясь воздухом, они вылезали из воронок, расправлялись, и перед зрителями оказывалось плодоносящее апельсиновое деревце. Ну а



заменить искусственные плоды настоящими апельсинами — дело техники.

Тогдашние ученые предполагали, что воспроизведение себе подобных существ и их развитие от крохотного зародыша до вполне развитого организма происходит примерно так же, как это происходит в автомате «апельсиновое дерево», то есть безапелляционно склонялись в пользу **преформизма**. Сегодня этот термин используется редко. Он образован от латинского слова praeformo, которое в данном случае следует перевести как «предобразую».

Преформизмом называется учение, согласно которому все организмы происходят от полностью сформированных зародышей, являющихся точной, но сильно уменьшенной копией взрослых существ. Так, если речь идет о петухе, то его зародыш, находящийся в яйце, должен был бы иметь не только туловище, голову, ноги и крылья, клюв и глаза,

все внутренние органы, гребень на затылке и шпоры на лапах, но даже миниатюрную копию каждого перышка. Отдельным частям зародыша разрешалось лишь обладать меньшей плотностью и быть прозрачными. Согласно этому учению, в процессе развития происходит увеличение размеров зародышей, уплотнение их тканей и возникновение соответствующей окраски.



Вопрос, откуда берутся зародыши, у ученых не возникал. Они считали, что Творец, создавая животных и человека, вложил в них такое количество зародышей, которого должно было хватить на все последующие поколения. Ученые той эпохи в своем большинстве верили в Бога. Но, охотно признавая всемогущество Творца, не допускали мысли, что Он снабдил созданные Им существа бесконечным числом зародышей. Бесконечность — трудная философская категория. Она плохо укладывается в рамки простого здравого смысла.

Отсюда возникало представление, что запас зародышей людей должен в конце концов иссякнуть, и легко напрашивался вывод, что конец света неизбежен.

К.Ф. ВОЛЬФ: УДАР ПО ПРЕФОРМИЗМУ

С очевидным не поспоришь. Еще в древности люди заметили, что дети бывают похожи чем-то на мать, а чем-то на отца. Особенно четко это проявляется у гибридов сельскохозяйственных животных при скрещивании двух резко отличающихся друг от друга пород или видов животных. Например, мул — помесь кобылицы и осла — похож на обоих родителей. Такие явления можно было бы объяснить тем, что они произошли из зародыша, сконструированного из двух моделей, полученных от отца и от матери.

Еще более сильное недоумение вызывала **регенерация**. Мало того, что отрезанный у личинки саламандры хвост быстро отрастает заново, то есть образуется из ничего, он сохраняет все признаки, присущие хвостам саламандр. Ученые не смогли объяснить, откуда берутся запасные модели хвоста.

Первый серьезный удар по преформизму нанес **Каспар Фридрих Вольф**. Он родился в Германии, в 26 лет защитил диссертацию, за которую Петербургская Академия наук при-



гласила его занять кафедру анатомии и физиологии. Он получил звание академика и остался жить в России. Работая над диссертацией, получившей название «Теория зарождения», еще начинающим ученым, он подсмотрел и описал, как в курином яйце возникает зародыш в виде распластанных на поверхности желтка двух листков, лежащих один поверх другого. Они могли образоваться только из бесструктурных жидких веществ, так как изначально ничего иного в яйце нет.

Позже, уже в Петербурге, он завершил второй из своих важнейших трудов и опубликовал его под заглавием «Об образовании кишечника у цыпленка». В нем рассказано, как на нижнем зародышевом листке развивающегося куриного яйца возникает желобок. Он постепенно углубляется и наконец замыкается в трубку. Впоследствии она преобразуется в пищеварительный канал, целую систему

полостей, включающих пищевод, желудок и кишечник. Таким образом, Вольф доказал, что у зародыша нет предсуществующих органов. Они возникают поочередно на различных стадиях развития зародыша из однородного субстрата, представляющего собой жидкие соки яйца и растворенные в них желточные зерна. Из этих растворов под влиянием обычных сил притяжения и отталкивания и образуются клетки тела зародыша.

К.М. БЭР: ПОСЛЕДНИЙ УДАР

В 1886 году Петербургская Академия наук выпустила в честь одного из ученых медаль. На ее оборотной стороне была отчеканена надпись: «Начав с яйца, он показал человеку человека», а на лицевой — рельефный портрет ординарного академика **Карла Максимовича Бэра**. Звание «ординарный» в России означало «штатный». Оно присваивалось ученому при занятии им штатной должности за личные заслуги в какой-либо из научных областей.

К.М. Бэр внес весомый вклад во все области наук, которыми ему пришлось заниматься. Он открыл яйцеклетку млекопитающих и первым обнаружил яйцеклетку человека. Это дало ему основание утверждать, что яйцо есть общая основная форма, из которой развились все животные.

Еще более значителен вклад Бэра в изучение развития **зародышей**. Эксперименты он проводил на куриных яйцах. Бэр открыл, что каждое яйцо (то есть каждая яйцеклетка) в процессе своего развития обязательно проходит несколько ключевых стадий, важнейшей из которых является бластула — пузырек, стенки которого образованы одинаковыми клетками, плотно прилегающими друг к другу. Затем он обнаружил стадию, на которой пузырек состоит уже из двух слоев клеток, и создал учение о зародышевых слоях. Бэр выяснил, что из верхнего слоя в дальнейшем формируется кожа цыпленка, его нервная система и органы чувств, а из нижнего — кости, мышцы и сосуды.

В дальнейшем Бэр выяснил, как у зародыша происходит развитие основных органов тела. Он установил, что образование нервной системы начинается с возникновения на поверхности зародыша продольной бороздки, которая постепенно превращается в щель. Затем на поверхности зародыша края щели срастаются, и под его оболочкой оказывается трубка, образованная его наружным слоем. Впоследствии наружный слой зародыша превращается в кожу цыпленка, а оказавшаяся внутри трубка теряет с ней связь и постепенно преобразуется в спинной и головной мозг со всеми отходящими от него нервами.

Обнаруженные закономерности развития куриного зародыша Бэр сравнивал с развитием

яйцеклеток позвоночных животных — амфибий, рептилий, млекопитающих, в том числе человека. Как видите, ему совсем не случайно создали кафедру сравнительной анатомии и физиологии. Наблюдения позволили Бэру утверждать, что ни в яйце, ни у зародыша на ранних стадиях развития нет и намека на существование каких-либо органов или частей тела. Они возникают путем развития из более простых по строению однородных тканей благодаря их усложнению, обособлению от соседних частей зародыша и все более глубокой специализации. Это утверждение формулирует основной закон развития живых существ, и честь его открытия принадлежит Бэру. Тем самым он подвел черту под многолетней дискуссией, навсегда похоронив одно из старинных заблуждений, бытовавшее среди ученых и серьезно тормозившее дальнейшее развитие науки, а заодно и научное обоснование неизбежности конца света. Человечество будет и дальше существовать и развиваться, доколе будет существовать наша Вселенная и в ней наш дом — Солнечная система. И это надолго!

СОДЕРЖАНИЕ

НЕМНОЖКО ИСТОРИИ

«СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ» И ОБОЛОЧКА

КОСТИ, МЫШЦЫ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ НИША

ЧЕТЫРНАДЦАТЬ ЖЕЛУДКОВ БЕГЕМОТА

«ФОРТОЧКА» И «НАСОС» НАШЕГО ОРГАНИЗМА

ДЛЯ ЧЕГО ПРЕДНАЗНАЧЕН МОЗГ?

ГЕНИИ И ОЛУХИ ЦАРЯ НЕБЕСНОГО

ВРАГИ-КРОХОТУЛИ

ОБ АИСТАХ И КАПУСТЕ